

東京湾と相模湾における中・深層性魚類仔稚魚の水平分布パターンとその季節変化

著者	新里 耕
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2008
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00000790/

修士学位論文

東京湾と相模湾における中・深層性魚類仔稚魚の
水平分布パターンとその季節変化

平成 20 年度

(2009 年 3 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海洋環境保全学専攻

新里 耕

[博士前期課程]

修士学位論文内容要旨

専 攻 海洋環境保全学専攻

論文題目

氏 名 新里 耕東京湾と相模湾における中・深層性魚類仔稚魚の水平分布パターンとその季節変化

東京湾と相模湾における中・深層性魚類仔稚魚の分布パターンを明らかにすることを目的とし、ORI ネットによる水深 20-30 m の採集を 2005 年の 4, 6, 10, 12 月に東京湾湾央, 東京湾外湾, 東京湾湾口, 相模湾沿岸, 相模湾沖合で行った。本研究では, 成魚が水深 200 m 以深に生息する遊泳性の魚類を中・深層性魚類とした。その結果, 6 目 8 科 (ソコイワシ科, ヨコエソ科, ムネエソ科, ギンハダカ科, ハダカエソ科, ハダカイワシ科, サイウオ科, クロタチカマス科) 60 種 620 個体 (28.6 ind./1,000 m³) の仔稚魚が採集された。最も多く採集されたのはハダカイワシ属 spp. の 10.9 ind./1,000 m³ で全体の 38% を占め, 次いでオニハダカ属 sp.1 (10%), ナガハダカ (7%), イワハダカ (6%), トミハダカ属 sp.2 (5%) であった。出現は季節により偏りがみられ, 種数は 10, 12 月に多く, 個体数は 10 月に多かった。また, 東京湾湾央で仔稚魚の出現種数が少なく, その他の地点では比較的一様であった。

月間・海域間の群集組成の類似性をみるためクラスター解析を行った。その結果, 各月・海域は類似度 0.35 で A グループ: 6 月の東京湾湾口, 相模湾沿岸, 相模湾沖合, 10 月の東京湾湾央, 東京湾外湾, 東京湾湾口, 12 月の相模湾沿岸, 相模湾沖合, B グループ: 4 月の東京湾外湾, 12 月の東京湾湾央, 東京湾外湾, C グループ: 10 月の相模湾沿岸, 相模湾沖合の 3 つのクラスターと, どのクラスターにも含まれない 2 つの月・海域 (4 月の東京湾湾口と 6 月の東京湾外湾) に区分された。クラスターを形成した 3 つのグループにおける主な出現種の出現様式を考察した結果, A グループは, 通年で出現し個体数も多かったハダカイワシ属 spp. やトミハダカ属 sp.2 が主な構成種で, 東京湾と相模湾における普遍的な群集であると考えられた。B グループは, 4 月と 12 月に親潮潜流により東京湾に輸送されたと考えられる種 (ナガハダカ, ヨコエソ) によって形成されていた。C グループは 10 月に相模湾内で産卵したと考えられる種 (オニハダカ属 sp.1, イワハダカ, バラムツ) によって形成されていた。以上の結果から, 両湾内の群集構造は季節的に親潮潜流によって東京湾に輸送される種と相模湾内で産卵する種を中心に組み立てられることが示唆された。

目次

1. 緒言	1
2. 材料と方法	4
2-1. 採集方法	4
2-2. 海洋環境	5
2-3. 標本の処理・分類など	5
2-4. 解析方法	6
3. 結果	8
3-1. 海洋環境	8
3-2. 出現魚種の概要	9
3-2-1. 全体の出現種の概要	9
3-2-2. 各月の出現種の概要	10
4月	10
6月	11
10月	11
12月	12
3-3. 種数と個体数の経月変化	12
種数の経月変化	13

個体数の経月変化	13
3-4. 種数と個体数の海域間の比較	13
種数の海域間の比較	14
個体数の海域間の比較	15
3-5. 仔稚魚の群集組成の類似度に基づく月・海域の区分	16
3-6. 出現種の動物地理学的分類と分布様式	17
4. 考察	19
4-1. 種数・個体数の経月変化の要因	19
外洋水の流入	19
各種の産卵期	22
4-2. 群集構造を形成する要因	24
5. 謝辞	28
6. 文献	29

1. 緒言

一般的に、成魚が水深 200 m 以深に生息する遊泳性の魚類を総称して中・深層性魚類と呼ぶ。ソコイワシ科、ヨコエソ科、ムネエソ科、ハダカイワシ科などがこの仲間に含まれ、世界中の外洋域での成魚の出現が報告されている (Gjøsæter and Kawaguchi 1980)。これらの仲間は世界の外洋に適応分化しており、その生物量も莫大で海洋の食物網の重要な位置を占めていることなどから、その生態学的な重要性は古くから指摘されてきた (Gjøsæter and Kawaguchi 1980)。これらの仲間に関しては、分布パターン (Hidaka et al. 2003, Cornejo and Koppelman 2006) だけでなく特定の種の食性 (Watanabe and Kawaguchi 2003) や産卵 (Moku et al. 2003)、成長 (Takagi et al. 2006) など様々な研究が行われている。

また、その仔稚魚に関しても世界中の外洋域で出現が報告され (Oliver 1990, John et al. 2001)、分布パターンの研究 (Sassa et al. 2002, Sassa et al. 2004a,b,c) も多く行われており、多くの中・深層性魚類は成長に伴い分布水深が大きく変化することが報告されている。仔魚期には、大部分の種 (主にハダカイワシ科魚類仔魚) は水深 100 m 以浅の表層に鉛直分布の中心があることが知られており (Loeb 1979, Sassa et al. 2002)、浅海域での出現も報告されている (Olivar and Sabatés 1997, Cuttitta et al. 2004)。変態期に入ると、劇的な形態変化 (Moser 1981) とともに急激に生息水深を深め、表層から中・深層へ移動し、稚魚期には中・深層で生活することが報告されている (Sassa et al. 2007a)。また、稚魚期に入ると中・深層から表層への日周鉛直移動を行う種もいることが知られている (Sassa et al. 2007a)。その他、仔稚魚

に関して形態 (Sassa et al. 2003) , 食性 (Sassa and Kawaguchi 2005) , 成長 (Moku et al. 2005) など様々な研究が行われている .

本研究の対象海域である東京湾と相模湾は本州の中部太平洋岸に位置し , 互いに隣接しており , 浦賀水道を通してつながっている . 東京湾 (本研究では , 房総半島洲崎と三浦半島剣崎を結ぶ線の北側とする) は南北方向に長い湾で , ほぼ中間に位置する観音崎と富津崎の間は極端に狭くなり , その北側は閉鎖的な内湾を形成している . 一方で相模湾 (本研究では , 伊豆半島先端の石廊崎 - 伊豆大島 - 房総半島南端野島崎で囲まれる水域とする) は , 南側は太平洋に広く面し , 沖合には黒潮が流れ込む開放的な湾である (日本海洋学会沿岸海洋研究部会 (編) 1985) .

東京湾と相模湾における中・深層性魚類の研究としては , 相模湾においてヨコエソ科やソコイワシ科魚類の生態学的研究を行ったものがある (Kawaguchi and Marumo 1967, Kawaguchi 1973, Miya 1994,1995, Miya and Nemoto 1986a,b, 1987a,b, 1991) . また分布パターンの研究としては , 中・深層性魚類仔稚魚の出現パターンを相模湾の沖合域で調査したもの (Sassa and Kawaguchi 2006) があるほか , 東京湾と相模湾で行われた様々な仔稚魚相の調査で , 多くの中・深層性魚類の仔稚魚の出現が報告されている . 東京湾では長岩 (2004 年修士論文) や長岩 (2007 年博士論文) などにより , 中・深層性魚類の仔稚魚は東京湾湾奥部には出現せず , 主に湾央部から湾口部にかけて出現することが報告されている . 相模湾では飯野ら (2006) , 飯野 (2006 年修士論文) , 村田 (2007 年修士論文) などにより , 相模湾沿岸域から沖合域にかけて湾全域に出現することが報告されている .

しかしこれらの研究は、仔稚魚を採集した年や月がばらばらであり、東京湾と相模湾の両湾における分布パターンや両湾での違いなどについては明らかでない。また、各種の出現様式についても知見が乏しく、調査が必要である。

そこで本研究では、東京湾と相模湾において、同時期に、周年的に中・深層性魚類の仔稚魚を採集し、両湾内での水平分布パターンとその季節変化を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

2-1. 採集方法

東京海洋大学練習船青鷹丸によって毎月行われている東京湾と相模湾観測のうち、2005 年 4 月 11 ~ 15 日、6 月 16 ~ 21 日、10 月 1 ~ 5 日、12 月 13 日 ~ 19 日を対象期間とした。

調査を行った東京湾と相模湾内の 8 地点 (Fig. 1) の緯度・経度、水深は以下の通りである。

地点 1 : 35 ° 15'N , 139 ° 48'E , 30 ~ 41 m

地点 2 : 35 ° 11'N , 139 ° 44'E , 266 ~ 341 m

地点 3 : 35 ° 05'N , 139 ° 45'E , 583 ~ 663 m

地点 4 : 35 ° 02'N , 139 ° 39'E , 826 ~ 903 m

地点 5 : 35 ° 00'N , 139 ° 30'E , 68 ~ 105 m

地点 6 : 35 ° 17'N , 139 ° 22'E , 98 ~ 420 m

地点 7 : 35 ° 00'N , 139 ° 20'E , 1,457 ~ 1,506 m

地点 8 : 35 ° 00'N , 139 ° 30'E , 1,326 ~ 1,327 m

これらの 8 地点において日中に仔稚魚の採集を行った。ただし、4 月の地点 3、地点 8 と 6 月の地点 3 では採集を行うことができなかった (Table 1)。なお本研究では、各地点の水深と地理的位置によって、便宜的に地点 1 を東京湾湾央、2 と 3 を東京湾外湾、4 を東京湾湾口、5 と 6 を相模湾沿岸、7 と 8 を相模湾沖合と定義した (Fig. 2)。

各地点での仔稚魚の採集は、水深 20 ~ 30 m で行い、船尾に設置した ORI ネット (口径 1.6

m, 目合い 0.33 mm) を用いて船速 2 ノットで 10 分間の水平曳きを行った。ネットの曳網水深については、傾角とワイヤー長によって調節した。また、ネットの開閉装置は使用しなかったため、投網および揚網はできる限り速やかに行い、これらの際に生じるコンタミネーションが最小限になるように努めた。ネットの網口には濾水計を取り付け、濾水量を計測した (Table 2)。また、メモリー式深度計 (離合社製) を取り付け、調査後に曳網水深を確認した。

2-2. 海洋環境

海洋環境 (水温・塩分) は、採集と同時に行った CTD によるデータを用いた。ただし、4 月の地点 8 と 10 月の地点 5、地点 6 では観測することができなかった (Table 1)。また、黒潮流路や沿岸域の海況については、海上保安庁が公開している黒潮流軸画像や沿岸域海況図を参考にした。

2-3. 標本の処理・分類など

採集物は採集直後に 5% 海水ホルマリンで固定し、中・深層性魚類の仔稚魚のみを選別し、同定後 70% エチルアルコールで保存した。仔稚魚の同定は、沖山 (編) (1988)、Moser et al. (1996) などに従い、可能な限り低位の分類群まで行った。和名、学名および分類体系は中坊 (編) (2000) に従った。なお本研究では、中・深層性魚類を成魚が水深 200 m 以深に生息する遊泳性の魚類と定義した。

体長の測定には接眼マイクロメーターを用いた。発育段階は Kendall et al. (1984) に従い、

上屈前期 (preflexion), 上屈期 (flexion), 上屈後期 (postflexion), 稚魚期 (juvenile) の 4 段階とした。以後, それぞれ pre., fle., post., juv. と呼ぶことにする。

仔稚魚の個体数は 1,000 m³あたりに換算した。複数地点をまとめて密度の算出をする場合は, これらの濾水量合計を求めてから 1,000 m³あたりの個体数を求めた。

2-4. 解析方法

地点間の群集組成の類似性を見るため, クラスタ解析を行った。密度が総個体数の 1%以上であった種のみを解析に供した。デンドログラムは Bray-Curtis の類似度指数 *PS* を求めた後, 非加重群平均法を用いて作成した。類似度を求める際, 群集内の下位種を軽視しないようにするため, 密度を $\log (x+1)$ で対数変換した。底を 2 としたのは, 値の変動範囲を圧縮しすぎないようにするためである (小林 1995)。

また, 出現種を Bekker et al. (1967), 川口 (1977), Miya et al. (1995), 中坊 (編) (2000) を参考にして, 成魚の主な分布域や主産卵場などから, 動物地理学的に 4 つのグループ (熱帯・亜熱帯種, 移行域種, 広域種, 陸棚種) に分類した。熱帯・亜熱帯種は西部北太平洋中央水塊や黒潮水域, およびそれらの南方の熱帯海域に主な分布の中心をもち, 亜寒帯水塊にはめったに出現しない種である。移行域種は西部北太平洋中央水塊と亜寒帯水塊の間である親潮・黒潮移行域に主な分布の中心をもつ種である。広域種は一つの水塊に制限されことなく複数の水塊に出現し, 日本近海に広く分布する種である。陸棚種は 40 °N 以南の日本の太平洋岸の大陸棚上, またはその周辺海域に分布の中心をもち, 稀に黒潮に運搬され外洋に出現する以外は外

洋には出現しない種である．

3. 結果

3-1. 海洋環境

各月・各地点の水深 20～30 m の平均水温と平均塩分を示す (Table 3). また, この値を用いた各月ごとの T-S ダイアグラムを示す (Fig.3).

4 月: 水温は地点 1 で最も低く (14.8), 地点 4 で最も高かった (16.5). 塩分も地点 1 で最も低く (34.1), 地点 4 で最も高かった (34.7).

6 月: 水温は地点 1 で最も低く (17.3), 地点 5 で最も高かった (20.5). 塩分は地点 1 で最も低く (34.0), 地点 8 で最も高かった (34.5).

10 月: 水温は地点 1 で最も低く (20.0), 地点 8 で最も高かった (22.6). 塩分は地点 8 で最も低く (33.7), 地点 2 で最も高かった (33.9).

12 月: 水温は地点 2 で最も低く (15.6), 地点 8 で最も高かった (17.7). 塩分は地点 1 で最も低く (33.7), 地点 4 で最も高かった (34.6).

通年で比較すると, 4 月は低水温・高塩分であるという特徴がみられた. 6 月は, 水温は 4, 12 月と 10 月の中間の値だが高塩分であるという特徴がみられた. 10 月は高水温・低塩分であるという特徴がみられた. 12 月は低水温・高塩分であるという特徴がみられたが, 東京湾内の地点では地点間の塩分にばらつきがみられた. 地点間で比較すると, 地点 1 が水温, 塩分ともに最も低いことが多かった. 相模湾 (地点 5, 6, 7, 8) では月ごとに比較的まとまったが, 東京湾では地点 1 から地点 4 にかけて変化がみられ, ばらつきがあった.

3-2. 出現魚種の概要

3-2-1. 全体の出現種の概要

本研究によって採集された中・深層性魚類仔稚魚は、6 目 8 科(ソコイワシ科, ヨコエソ科, ムネエソ科, ギンハダカ科, ハダカエソ科, ハダカイワシ科, サイウオ科, クロタチカマス科) 60 種からなる 620 個体であった (Table 4)。

全 8 科の総種数に占める割合を示す (Fig. 4)。最も多かったのはハダカイワシ科で、36 種採集され、総種数の 60.0%を占めた。次いで、ヨコエソ科 (8 種, 13.3%), クロタチカマス科 (5 種, 8.3%) であり、これら上位 3 科で総種数の 81.7%を占めた。次いでハダカエソ科 (3 種, 5.0%), サイウオ科 (3 種, 5.0%), ソコイワシ科 (2 種, 3.3%), ギンハダカ科 (2 種, 3.3%), ムネエソ科 (1 種, 1.7%) であった。

全 8 科の総個体数に占める割合を示す (Fig. 5)。最も多かったのはハダカイワシ科で、20.5 ind./1,000 m³ 採集され、総個体数の 71.8%を占めた。次いで、ヨコエソ科 (4.4 ind./1,000 m³, 15.5%), クロタチカマス科 (2.1 ind./1,000 m³, 7.3%) であり、これら上位 3 科で総個体数の 94.6%を占めた。次いでハダカエソ科 (0.5 ind./1,000 m³, 1.8%), サイウオ科 (0.5 ind./1,000 m³, 1.8%), ソコイワシ科 (0.3 ind./1,000 m³, 1.1%), ギンハダカ科 (0.1 ind./1,000 m³, 0.5%), ムネエソ科 (0.1 ind./1,000 m³, 0.3%) であった。

上位 5 種の総個体数に占める割合を示す (Fig. 6)。最も多かったのはハダカイワシ属 spp.

Diaphus spp. で , 10.9 ind./1,000 m³ であり , 総個体数の 38.1% を占めた . 次いで , オニハダカ属 sp.1 *Cyclothone* sp.1 (3.0 ind./1,000 m³ , 10.5%) , ナガハダカ *Symbolophorus californiensis* (2.1 ind./1,000 m³ , 7.3%) , イワハダカ *Benthosema pterotum* (1.6 ind./1,000 m³ , 5.5%) , トミハダカ属 sp.2 *Lampanyctus* sp.2 (1.3 ind./1,000 m³ , 4.5%) であり , これら 5 種で総個体数の 66.1% を占めた .

上位 5 種中 4 種がハダカイワシ科であり , 種数・個体数ともにハダカイワシ科魚類が大きな割合を占めた .

3-2-2. 各月の出現種の概要

各月の海域別種数・個体数 (Table 5) と各月における上位 5 種 (Table 6) を示す .

4 月

4 月は 3 科 9 種が採集され , 密度は 21.3 ind./1,000 m³ であった . 種数は通年で最も少なかった . 4 月の各海域における上位 5 種を Table 7 に示す .

種数を海域別にみると , 東京湾外湾で最多の 7 種が出現したが , 東京湾湾央と相模湾沿岸では 1 種も出現しなかった (Table 5) .

個体数で最も多かったのはナガハダカで , 密度は 15.2 ind./1,000 m³ であり , 71.4% を占めた . 次いでトミハダカ属 sp.2 (2.0 ind./1,000 m³ , 9.4%) , マガリハダカ *Symbolophorus evermanni* (1.4 ind./1,000 m³ , 6.6%) であった (Table 6) . 海域別にみると , 東京湾湾口 (12.9 ind./1,000 m³) , 相模湾沖合 (19.9 ind./1,000 m³) に比べ東京湾外湾で 1047.3

ind./1,000 m³と著しく多かった (Table 5).

6月

6月 は 4 科 12 種 が 採 集 さ れ , 密 度 は 11.2 ind./1,000 m³ で あ っ た . 個 体 数 は 通 年 で 最 も 少 な っ た . 6 月 の 各 海 域 に お け る 上 位 5 種 を Table 8 に 示 す .

種 数 を 海 域 別 に み る と , 相 模 湾 沖 合 で 最 多 の 6 種 が 出 現 し た が , 東 京 湾 湾 央 で は 1 種 も 出 現 し な っ た (Table 5).

個 体 数 で 最 も 多 っ た の は ハ ダ カ イ ワ シ 属 spp. で , 密 度 は 7.3 ind./1,000 m³ で あ り , 65.2% を 占 め た . 次 い で ア ラ ハ ダ カ *Myctophum asperum* (1.4 ind./1,000 m³ , 12.5%) , ハ ダ カ イ ワ シ 科 sp.10 Myctophidae sp.10 (0.7 ind./1,000 m³ , 6.3%) で あ っ た (Table 6).
海 域 別 に み る と , 相 模 湾 沖 合 で 最 も 多 く , 25.7 ind./1,000 m³ で あ っ た . そ の 他 , 1 種 も 出 現 し な っ た 東 京 湾 湾 央 以 外 の 海 域 で は 比 較 的 一 様 で あ っ た (東 京 湾 外 湾 : 4.6 ind./1,000 m³ , 東 京 湾 湾 口 : 4.7 ind./1,000 m³ , 相 模 湾 沿 岸 : 9.0 ind./1,000 m³) (Table 5).

10月

10 月 は 7 科 27 種 が 採 集 さ れ , 密 度 は 83.3 ind./1,000 m³ で あ っ た . 個 体 数 は 通 年 で 最 も 多 っ た . 10 月 の 各 海 域 に お け る 上 位 5 種 を Table 9 に 示 す .

種 数 を 海 域 別 に み る と , 相 模 湾 沖 合 で 最 多 の 11 種 で あ り , 次 い で 相 模 湾 沿 岸 (10 種) , 東 京 湾 湾 口 (10 種) , 東 京 湾 外 湾 (8 種) と 比 較 的 一 様 で あ る が , 東 京 湾 湾 央 で は 3 種 と 少 な

かった (Table 5).

個体数で最も多かったのはハダカイワシ属 spp. で、密度は 37.0 ind./1,000 m³であり、44.4%を占めた。次いでオニハダカ属 sp.1 (11.7 ind./1,000 m³, 14.0%), イワハダカ (7.5 ind./1,000 m³, 9.0%) であった (Table 6)。海域別にみると、最も多かったのは東京湾湾口で、364.8 ind./1,000 m³と著しく多かった。最も少なかったのは相模湾沖合で、33.9 ind./1,000 m³であった (Table 5)。

12 月

12 月は 8 科 31 種が採集され、密度は 14.5 ind./1,000 m³であった。種数は通年で最も多かった。6 月の各海域における上位 5 種を Table 10 に示す。

種数を海域別にみると、最も多かったのは相模湾沿岸で、14 種が出現し、最も少なかったのは東京湾湾央と東京湾湾口で、4 種であった (Table 5)。

個体数が最も多かったのはハダカイワシ属 spp. で、密度は 3.3 ind./1,000 m³であり、22.8%を占めた。次いでヨコエソ *Sigmops gracile* (2.0 ind./1,000 m³, 13.8%), トミハダカ属 sp.9 *Lampanyctus* sp.9 (1.5 ind./1,000 m³, 10.3%), オニハダカ属 sp.1 (1.5 ind./1,000 m³, 10.3%) であった (Table 6)。海域別にみると、相模湾沿岸で最も多く、34.8 ind./1,000 m³であり、相模湾沖合で最も少なく、2.9 ind./1,000 m³であった (Table 5)。

3-3. 種数と個体数の経月変化

種数の経月変化

種数の経月変化のグラフを示す (Fig. 7).

4 月 (9 種) と 6 月 (12 種) では種数が少なく, 10 月 (27 種) と 12 月 (31 種) では種数が多くなり, 季節により偏りがみられた. 通年で出現したのはハダカイワシ科のみであり, 全ての月で最多の種数であった. その他の科には季節的消長がみられた. 10 月と 12 月では, 4 月と 6 月に比べて, ハダカイワシ科も増加しているが, ハダカイワシ科以外の種の増加が特徴的である.

個体数の経月変化

個体数の経月変化のグラフを示す (Fig. 8).

個体数は 10 月 ($83.3 \text{ ind./1,000 m}^3$) に著しく多かったが, その他の月では比較的一様であった (4 月: $21.3 \text{ ind./1,000 m}^3$, 6 月: $11.2 \text{ ind./1,000 m}^3$, 12 月: $14.5 \text{ ind./1,000 m}^3$). 4 月にナガハダカが, 10 月にハダカイワシ属 spp., オニハダカ属 sp.1, イワハダカが季節的に大量出現したことが特徴である. 通年で出現した種はハダカイワシ属 spp.のみであり, その他の種には季節的消長がみられた.

3-4. 種数と個体数の海域間の比較

種数の海域間の比較

種数の海域間の比較のグラフを示す (Fig. 9).

東京湾湾央は全地点中で最も少なく、3 科 6 種が採集された。最も多かったのはハダカイワシ科で、4 種採集され 66.7%を占めた。次いでヨコエソ科 (1 種, 16.7%), サイウオ科 (1 種, 16.7%) であった。

東京湾外湾は全地点中で最も多く、8 科 24 種が採集された。最も多かったのはハダカイワシ科で、15 種採集され 62.5%を占めた。次いでヨコエソ科 (3 種, 12.5%), ソコイワシ科 (1 種, 4.2%), ムネエソ科 (1 種, 4.2%), ギンハダカ科 (1 種, 4.2%), ハダカエソ科 (1 種, 4.2%), サイウオ科 (1 種, 4.2%), クロタチカマス科 (1 種, 4.2%) であった。

東京湾湾口では 5 科 18 種が採集された。最も多かったのはハダカイワシ科で、11 種採集され 61.1%を占めた。次いでヨコエソ科 (3 種, 16.7%), サイウオ科 (2 種, 11.1%) であった。

相模湾沿岸では 7 科 23 種が採集された。最も多かったのはハダカイワシ科で、13 種採集され 56.5%を占めた。次いでヨコエソ科 (4 種, 17.4%), クロタチカマス科 (2 種, 8.7%) であった。

相模湾沖合では 7 科 21 種が採集された。最も多かったのはハダカイワシ科で、9 種採集され 42.9%を占めた。次いでクロタチカマス科 (5 種, 23.8%), ヨコエソ科 (2 種, 9.5%), ハダカエソ科 (2 種, 9.5%) であった。

東京湾湾央で種数が著しく少なかったが、その他の地点では比較的一様であった。全地点

に出現したのはハダカイワシ科，ヨコエソ科，サイウオ科であった．

個体数の海域間の比較

個体数の海域間の比較のグラフを示す (Fig. 10) . また , 各海域における上位 5 種を Table 11 に示す .

東京湾湾央は全地点中で最も個体数が少なく , 密度は $8.5 \text{ ind./1,000 m}^3$ であった . 最も多かったのはハダカイワシ属 spp. で , 密度は $3.8 \text{ ind./1,000 m}^3$ であり , 44.7% を占めた . 次いでヨコエソ ($2.2 \text{ ind./1,000 m}^3$, 25.9%) , サイウオ属 sp.1 *Bregmaceros* sp.1 ($1.3 \text{ ind./1,000 m}^3$, 15.3%) であった .

東京湾外湾の密度は $35.8 \text{ ind./1,000 m}^3$ であった . 最も多かったのはナガハダカで , 密度は $14.4 \text{ ind./1,000 m}^3$ であり , 40.2% を占めた . 次いでハダカイワシ属 spp. ($6.4 \text{ ind./1,000 m}^3$, 17.9%) , ヨコエソ ($2.9 \text{ ind./1,000 m}^3$, 8.1%) であった .

東京湾湾口は全地点中で最も個体数が多く , 密度は $69.5 \text{ ind./1,000 m}^3$ であった . 最も多かったのはハダカイワシ属 spp. で , 密度は $50.7 \text{ ind./1,000 m}^3$ であり , 72.9% を占めた . 次いでオニハダカ属 sp.1 ($5.0 \text{ ind./1,000 m}^3$, 7.2%) , クロタチカマス科 sp.1 *Gempylidae* sp.1 ($4.6 \text{ ind./1,000 m}^3$, 6.6%) であった .

相模湾沿岸の密度は $31.7 \text{ ind./1,000 m}^3$ であった . 最も多かったのはオニハダカ属 sp.1 で , 密度は $8.2 \text{ ind./1,000 m}^3$ であり , 25.9% を占めた . 次いでハダカイワシ属 spp. ($3.5 \text{ ind./1,000 m}^3$, 11.0%) , トミハダカ属 sp.2 ($3.3 \text{ ind./1,000 m}^3$, 10.4%) であった .

相模湾沖合の密度は 18.9 ind./1,000 m³であった。最も多かったのはハダカイワシ属 spp. で、密度は 8.4 ind./1,000 m³であり、44.4%を占めた。次いでイワハダカ (2.7 ind./1,000 m³, 14.3%), バラムツ *Ruvettus pretiosus* (1.9 ind./1,000 m³, 10.1%) であった。

東京湾では湾中央から湾口にかけて個体数が増加したが、相模湾では沖合より沿岸のほうで個体数が多かった。東京湾外湾でナガハダカが、東京湾湾口でハダカイワシ属 spp. が局地的に大量に出現したことが特徴である。全地点に出現した種はハダカイワシ属 spp. のみであった。

3-5. 仔稚魚の群集組成の類似度に基づく月・海域の区分

各月における種の個体数に基づいてクラスター解析を行った結果を Fig. 11 に示す。各月は、まず類似度約 0.2 で 4 月とその他の月で分かれ、さらに類似度 0.3 付近で 6 月と 10, 12 月で分かれた。

次いで、各海域における種の個体数に基づいてクラスター解析を行った結果を Fig. 12 に示す。各海域は、類似度 0.35 付近で東京湾湾口、相模湾沿岸、相模湾沖合のグループと、東京湾外湾と東京湾湾中央のグループに分かれた。前者は類似度 0.45 付近でさらに東京湾湾口、相模湾沿岸と、相模湾沖合に分かれた。

さらに、各月の各海域におけるそれぞれの種の個体数に基づいてクラスター解析を行った結果を Fig. 13 に示す。なお、各種の密度が総個体数の 1%に満たない海域 (4 月東京湾湾中央、相模湾沿岸、相模湾沖合、6 月東京湾湾中央、12 月東京湾湾口) は除いた。各月・海域は類似度

0.35 で グループ A : 6 月の東京湾湾口 , 相模湾沿岸 , 相模湾沖合 , 10 月の東京湾湾央 , 東京湾外湾 , 東京湾湾口 , 12 月の相模湾沿岸 , 相模湾沖合 , グループ B : 4 月の東京湾外湾 , 12 月の東京湾湾央 , 東京湾外湾 , グループ C : 10 月の相模湾沿岸 , 相模湾沖合の 3 つのクラスターと , どのクラスターにも含まれない 2 つの月・海域 (4 月の東京湾湾口と 6 月の東京湾外湾) に区分された . 各グループは , 月や海域では明確に分かれなかった . そこで , 各グループの形成海域を分かりやすくするため , 各グループを地図上にプロットした (Fig. 14). すると , A グループは 6 月 , 12 月の相模湾と 10 月の東京湾 , B グループは 4 月 , 12 月の東京湾 , C グループは 10 月の相模湾で主に形成されていた .

3-6. 出現種の動物地理学的分類と分布様式

種まで同定することができた出現種を動物地理学的に 4 つのグループ (熱帯・亜熱帯種 , 移行域種 , 広域種 , 陸棚種) に分類した結果 , 20 種中 12 種が熱帯・亜熱帯種であり , 陸棚種が 4 種 , 移行域種と広域種がそれぞれ 2 種であった (Table 12).

動物地理学的分類別の種数の経月変化 (Fig. 15) と動物地理学的分類別の個体数の経月変化 (Fig. 16) を示す . 種数をみると , 熱帯・亜熱帯種と陸棚種は通年で出現しており , 移行域種は 4 , 10 , 12 月に , 広域種は 12 月のみに出現していた . 個体数をみると , 熱帯・亜熱帯種は通年で出現しているが 10 月に多く , 移行域種が 4 月に , 陸棚種が 10 月に大量に出現しているのが特徴である .

動物地理学的分類別の種数の海域間比較 (Fig. 17) と動物地理学的分類別の個体数の海域間

比較 (Fig. 18) を示す . 全ての海域に出現したのは熱帯・亜熱帯種のみで , 陸棚種は東京湾湾
央以外に , 広域種は東京湾湾口以外の海域に出現した . 移行域種は東京湾外湾と相模湾沖合に
出現した . 個体数をみると , 熱帯・亜熱帯種は全ての海域に出現しているが相模湾沿岸に多く ,
移行域種は東京湾外湾に著しく多い . 陸棚種は相模湾沿岸と相模湾沖合に , 広域種は東京湾湾
央と東京湾外湾に多く出現していた .

熱帯・亜熱帯種以外は , 出現月 , 出現海域ともに明確な偏りがみられた .

4. 考察

4-1. 種数・個体数の経月変化の要因

本研究では，東京湾と相模湾における中・深層性魚類仔稚魚は，種数では 4，6 月に少なく 10，12 月に多く，個体数では 10 月に著しく多くなり，季節によって偏りがみられた．また，10，12 月ではハダカイワシ科以外の科の種数の増加が特徴的であり，4 月のナガハダカ，10 月のハダカイワシ属 spp.，オニハダカ属 sp.1，イワハダカなどは出現に明確な季節性がみられた．また，出現種を動物地理学的に分類すると，熱帯・亜熱帯種は通年で出現していたが，それ以外は出現月に明確な偏りがみられた．このような種数，個体数の経月変化の要因として，主に以下の 2 つが考えられる．

外洋水の流入

東京湾と相模湾において，中・深層性魚類仔稚魚の多くは外洋水によって湾外から輸送されると言われている（Sassa and Kawaguchi 2006, 長岩 2007 年博士論文）．このようなことは他の湾でも報告されており（Yamasita and Aoyama 1984），沿岸域での中・深層性魚類仔稚魚の出現は外洋水の沿岸域への流入のよい指標であることが指摘されている（Franco-Gordo et al. 2002, Quattrini et al. 2005）．

外洋水流入の指標として塩分が有効であり，東京湾では塩分 34.0 以上で外洋水が定義されている（Yanagi et al. 1989）．そこで本研究で得られた塩分のデータ（Fig. 3）をみてみ

ると、4、6、12月に塩分が高く（ほとんどの地点で塩分 34.0 以上）10月に低かった（ほとんどの地点で塩分 34.0 未満）。よって、塩分が高かった 4、6月に種数が少なく、塩分の低かった 10月に個体数が多いこととなり、種数・個体数の増減と季節が一致せず、本研究では塩分と種数・個体数の増減との明確な相関はみられなかった。

東京湾と相模湾における外洋水の流入には、黒潮流路が大きく影響する。両湾の南には黒潮が流れており、この黒潮の流軸変動と、相模湾に流入する黒潮系暖水や黒潮分枝流との関連性について多くの議論がされてきた（Kawabe and Yoneno 1987, Iwata and Matsuyama 1989）。黒潮が典型的な大蛇行流路をとり、流軸が相模湾に接近する場合には、大島西水道から流入し、相模湾内を通過して東水道から流出する黒潮分枝流が強くなるとともに、相模湾内上部の左旋環流も顕著になること（Kawabe and Yoneno 1987, Iwata and Matsubara 1989）、そして流軸が相模湾から離れると西水道からの流入は弱まるか、あるいは分枝流が大島東水道から流入すること（岩田・木幡 1987）が報告されている。東京湾においても、黒潮フロントが東京湾湾口部に接近すると、黒潮系水が東京湾の中層に流入すること（Yanagi et al. 1989）、分枝流が西水道から流入し東水道から流出する場合、東京湾の湾内と湾外の海水交流が起きること（野村 1996）が報告されている。

気象庁によると、黒潮大蛇行は 2004 年 7 月～2005 年 8 月の長期にわたって発生している。本研究の調査期間では 2005 年の 4 月と 6 月は大蛇行期で、10 月と 12 月是非大蛇行期である。黒潮流軸画像（Fig. 19）をみると、10 月、12 月に比べて 4 月、6 月では黒潮流軸が四国と伊豆海嶺間で大きく蛇行しているのがわかる。

また、沿岸域流況図 (Fig. 20) をみると、黒潮大蛇行中の 4 月は、黒潮流軸は相模湾および房総半島にそれほど接近していないが、沿岸域での流れが強く、外洋水が大島西水道から相模湾へ流入し東水道へ流出している。よって東京湾でも外洋水が流入していたと考えられる。同じく大蛇行中である 6 月では、4 月に比べて黒潮流軸がさらに相模湾および房総半島に接近し、沿岸域での流れも強まっており、4 月と同様に、外洋水が大島西水道から流入し東水道へ流出している。よって 6 月も東京湾で外洋水が流入していたと考えられる。一方、黒潮非大蛇行期である 10 月は、黒潮流軸は相模湾および房総半島から大きく離れており、外洋水の流入もわずかである。したがって東京湾でも外洋水の流入はわずかであったと考えられる。12 月は同じく非大蛇行期であるが、流軸が相模湾および房総半島に接近しており、沿岸域での流れも強い。しかし、外洋水は大島東水道から相模湾内へ流入しており、西水道へ流出している。よって東京湾では外洋水の流入はわずかであったと考えられる。

つまり、外洋水の流入に関しては、相模湾では 4 月、6 月、12 月では強く、10 月では弱いということになる。また、東京湾では 4 月、6 月で強く、10 月、12 月では弱いということになる。よって、東京湾と相模湾の両湾において外洋水流入の強かった 4、6 月に種数が少なく、弱かった 10 月に個体数が多いこととなり、これは本研究での種数・個体数の増減と一致しない。よって本研究では、黒潮大蛇行および流れの強弱と種数・個体数の増減には明確な相関はみられなかった。

さらに、出現種を動物地理学的に分類した結果、熱帯・亜熱帯種は通年で出現していた

ものの、種数では 10 月、12 月に多く、個体数では 10 月に多かった。熱帯・亜熱帯種は、それらの主産卵場である南方海域から黒潮によって相模湾表層域（水深 100 m 以浅）に輸送されることが報告されている（Sassa and Kawaguchi 2006）。しかし、黒潮大蛇行が起こっていた 4、6 月には熱帯・亜熱帯種の種数・個体数は少なく、大蛇行の起こっていなかった 10 月に種数・個体数が多かった。よって、本研究では熱帯・亜熱帯種の出現の増減と黒潮大蛇行や流れのデータには明確な相関はみられなかった。

各種の産卵期

種数・個体数の経月変化のその他の要因として、出現種の産卵期があげられる。多くの中・深層性魚類は産卵サイクルに季節性をもたず産卵を通年行う、あるいは長期間産卵を行うため（Gjøsæter and Kawaguchi 1980）、外洋では仔稚魚群集の季節変動が小さいことが知られている（Loeb, 1979）。しかし本研究では、10、12 月にハダカイワシ科以外の科の種数が増加し、個体数は 10 月に増加したことが特徴であった。相模湾では数種の中・深層性魚類（ソコイワシ科、ヨコエソ科魚類）について湾内での産卵も報告されている。そこで種数・個体数の増減と各種の産卵期について考察した。

10 月個体数が増加した要因として、オニハダカ属 sp.1 の出現があげられる。オニハダカ属 sp.1 は、本研究では 10 月と 12 月に出現したが、それぞれ 11.7 ind./1000 m³と 1.5 ind./1000 m³であり、ほとんどの個体が 10 月に出現している。10 月の出現海域は東京湾外湾、東京湾湾口、相模湾沿岸、相模湾沖合である。他のオニハダカ属魚類としては、オニハダカ属 sp.2

Cyclothone sp.2 とハイイロオニハダカ *Cyclothone pseudopallida* が出現し、個体数は多くないものの、オニハダカ属 sp.2 が 10 月に 1.8 ind./1,000 m³、ハイイロオニハダカが 12 月に 0.2 ind./1,000 m³出現した。相模湾においては、Miya and Nemoto (1986a,b, 1987a,b, 1991)によってオニハダカ属数種についての生態学的研究がおこなわれている。これによると、相模湾内では晩春～夏にかけて産卵する種(ハイイロオニハダカ、ユキオニハダカ *Cyclothone alba*、ウスオニハダカ *Cyclothone pallida*)が多いが(Miya and Nemoto 1986a,b,1987b)、秋～冬に産卵する種(オニハダカ *Cyclothone atraria*)も報告されており(Miya and Nemoto 1987a)、本研究でのオニハダカ属 sp.1 の個体数の増加と季節が一致する。よって、10 月の個体数の増加の要因であるオニハダカ属 sp.1 は 10 月に両湾内で産卵したと考えられる。

ヨコエソは本研究では 12 月のみに出現し、12 月の個体数の上位種(2 位)であった。出現した海域は、東京湾湾央、東京湾外湾、相模湾沿岸であったが、そのほとんどが東京湾に出現した。ヨコエソに関しては、Kawaguchi and Marumo (1967) や Kawaguchi (1973) によって相模湾において生体学的研究が行われ、相模湾で秋～春に産卵することが知られている。これは本研究でのヨコエソの個体数の増加と季節が一致するが、相模湾にはほとんど出現しなかったため、出現海域が異なる。ヨコエソは広域種であり、熱帯・亜熱帯海域や親潮・黒潮移行域での仔魚の出現も報告されている(Sassa et al. 2004c, Sassa et al. 2007b)。また、これらの海域から相模湾へ輸送される可能性も報告されている(Sassa and Kawaguchi 2006)。したがって、ヨコエソの産卵場所が相模湾から東京湾へと移動したか、もしくは他海域からの輸送などのその他の要因であると考えられる。

その他の種としては、バラムツやフウライカマス *Nealotus tripes* など 10 月に多く出現しているが、東京湾や相模湾の近海からの明確な産卵期の報告はない。しかし、10 月の相模湾のみに局地的・季節的に出現しており、オニハダカ属 sp.1 の出現パターンと一致する。そのため湾内で産卵している可能性がある。

以上、種数・個体数の経月変化の要因として、外洋水の流入と各種の産卵期について考察したが、本研究では特に個体数の経月変化については、外洋水の流入よりも各種の産卵期の影響が大きいことが示唆された。

4-2. 群集構造を形成する要因

各月におけるクラスター解析の結果、4 月とその他の月で分かれ、さらに 6 月と 10、12 月で分かれた。種数の経月変化では 4、6 月と 10、12 月で大きく変化していたが、群集組成では 4 月と 6 月では異なり、10 月と 12 月は似ていることが明らかとなった。

各海域におけるクラスター解析の結果、東京湾湾口、相模湾沿岸、相模湾沖合のグループと、東京湾外湾と東京湾湾央のグループに分かれた。前者はさらに東京湾湾口、相模湾沿岸と、相模湾沖合に分かれた。種数の海域間の比較では、東京湾湾央で著しく少なく、その他の海域では比較的一様であったが、群集組成をみると、東京湾湾央と外湾は似ているが、湾口は相模湾と似ていることが明らかとなった。

各月の各海域におけるクラスター解析の結果、各月の各地点は、A グループ（6 月、12 月の相模湾と 10 月の東京湾）、B グループ（4 月、12 月の東京湾）、C グループ（10 月の相模湾）

と、4月の東京湾湾口、6月の東京湾外湾に分かれた。このような群集構造が形成される要因を明らかにするため、各グループを構成する主な種の出現機構について考察した。

Aグループは、6月、12月の相模湾と10月の東京湾で形成され、4月を除く全ての月で形成された。主な構成種として、ハダカイワシ属 spp.、トミハダカ属 sp.2 があげられる。これらの種は、通年で個体数が多く各月の上位種であり、またAグループの形成された海域に関わらず湾全域に出現し、各海域でも上位種であった。そのため、Aグループは東京湾と相模湾内における普遍的な群集だと考えられる。

Bグループは、4月と12月の東京湾で形成された。主な構成種として、4月はナガハダカ、12月はヨコエソがあげられる。

ナガハダカは、4月の東京湾外湾に局地的に大量出現した (872.8 ind./1,000 m³)。ナガハダカは動物地理学的分類では移行域種であり、産卵場は親潮・黒潮移行域で、4月に産卵することが知られている (Sassa et al. 2004b, Sassa et al. 2007b)。東京湾では、これまでもナガハダカをはじめとする移行域種が4月の外湾部に大量に出現することが知られており、長岩 (2007 年博士論文) では、親潮潜流によって親潮・黒潮移行域から東京湾内に運ばれている可能性を示唆している。本研究でも長岩 (2007 年博士論文) と同じ出現パターンを示したため、同様に親潮潜流によって東京湾に運ばれたと考えられる。

ヨコエソは、12月の主に東京湾湾央～外湾にかけて出現し、12月のこの2海域での最優占種であった。ヨコエソは動物地理学的分類では広域種であり、日本近海に広く分布する種である。主な産卵場は南方海域であるが、親潮・黒潮移行域での産卵も報告されている (Sassa et

al. 2007b). 親潮・黒潮移行域で産卵された個体の体長 8 ~ 10 mm 以上のものは、親潮潜流によって親潮・黒潮移行域から相模湾の中層域(200 ~ 1000 m 深)に運ばれる可能性があること、また、南方海域で産卵された個体の体長 8 mm 以下のものは、黒潮によって相模湾に輸送される可能性があることが報告されている (Sassa and Kawaguchi 2006). 本研究での出現個体の体長は 4.4 ~ 9.9 mm と幅広く、体長から産卵場所は特定できないが、出現個体のほとんどが東京湾に出現しており、相模湾にはほとんど出現していない。これは、4 月のナガハダカの分布と近似している。よってヨコエソも親潮潜流によって親潮・黒潮移行域から東京湾内に輸送されたと考えられる。

よって、B グループは親潮潜流によって親潮・黒潮移行域から東京湾内に輸送された種が要因で形成されと考えられる。

C グループは、10 月の相模湾でのみ形成された。主な構成種として、オニハダカ属 sp.1、イワハダカ、バラムツがあげられる。オニハダカ属 sp.1 については、10 月に集中して出現しており、また、相模湾内で夏 ~ 早秋にかけて産卵する種が知られている (Miya and Nemoto 1987a) ことから、相模湾内で産卵したと考えられる。イワハダカとバラムツは動物地理学的分類では陸棚種として位置付けられている (川口 1977, 中坊 (編) 2000)。相模湾東部は大陸棚が発達しており (日本海洋学会沿岸海洋研究部会 (編) 1985)、これらの種の成魚が相模湾内に生息していることも考えられる。バラムツとイワハダカに関しては、東京湾や相模湾近海からの明確な産卵期の報告はない。しかし、10 月の相模湾のみに大量に出現しており、これは他のグループの種の分布パターンとは異なり、オニハダカ属 sp.1 の出現パターンと一致する。その

ため、両湾外の大陸棚域より湾内に輸送されたとするよりも、相模湾内で産卵していると考えられる。

よって、Cグループは10月に相模湾内で産卵する種が要因となり形成されることが考えられる。

以上、群集構造を形成する要因をまとめると、本研究での東京湾と相模湾における中・深層性魚類仔稚魚の群集構造は、季節的に親潮潜流により東京湾に輸送される種と相模湾内で産卵する種を中心に組み立てられるということが示唆された。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり，終始懇切丁寧な御指導を賜った東京海洋大学魚類学研究室の河野博教授に深く感謝する．同大学魚類学研究室の茂木正人准教授からは多大な御協力と研究指導を賜った．ここに厚く御礼申し上げる．

本論文の副査をしていただいた同大学浮遊生物学研究室の石丸 隆教授および同大学無脊椎動物学研究室の瀬川 進教授に感謝する．

仔稚魚の採集や CTD 観測などに関して，様々な便宜を図っていただいた同大学浮遊生物学研究室の田中祐志准教授，同大学生物海洋学研究室の山口征矢教授および同堀本奈穂助教に心より御礼申し上げます．また，採集時に多大な御協力をいただいた同大学青鷹丸の栗田嘉宥船長（現同大学海鷹丸船長）をはじめとする乗組員の方々に心より御礼申し上げます．

貴重な助言をいただいた東京海洋大学魚類学研究室の学生諸氏に心より感謝する．特に現独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所の長岩理央氏，現同研究室技術補佐員の村田尚史氏，および現株式会社魚力の飯野正晴氏からは仔稚魚のデータの一部を提供していただいただけでなく，仔稚魚の同定から解析方法にいたるまで研究に関する有益な助言をいただいた．謹んで御礼申し上げます．

青鷹丸による採集にあたり，御協力いただいた同大学浮遊生物学研究室および生物海洋学研究室の学生諸氏に心より感謝する．

最後に，今日まで筆者を励ましてくれた友人達，常に理解し支えてくれた家族に深い感謝の意を示す．

6. 文献

Bekker, V.E., N.S. Novikova, N.V. Parin, I.B. Birman, T.S. Rass, V.A. Mukhacheva and V.M.

Makushok. 1967. 太平洋の魚類. ソ連科学アカデミー海洋研究所 (編), 太平洋 (第 7 巻),
ラテイス, 東京, 237pp.

Cornejo, R. and R. Koppelman. 2006. Distribution patterns of mesopelagic fishes with
special reference to *Vinciguerria lucetia* Garman 1899 (Phosichthyidae: Pisces) in the
Humboldt Current Region off Peru. Marine Biology, 149 (6): 1519-1537.

Cuttitta, A., A. Arigo, G. Basilone, A. Bonanno, G. Buscaino, L. Rollandi, L.J. Garcia, A.
Garcia, S. Mazzola and B. Patti. 2004. Mesopelagic fish larvae species in the Strait of
Sicily and their relationships to main oceanographic events. Hydrobiologia, 527:
177-182.

Franco-Gordo, C., E. Godínez-Domínguez and E. Suárez-Morales. 2002. Larval fish
assemblages in waters off the central Pacific coast of Mexico. J. Plankton Res., 24 (8):
775-784.

Gjøsæter, J. and K. Kawaguchi. 1980. A review of the world resources of mesopelagic fish.
FAO Fish. Tech. paper, 193: 1-151.

Hidaka, K., K. Kawaguchi, T. Tanabe, M. Takahashi and T. Kubodera. 2003. Biomass and
taxonomic composition of micronekton in the western tropical-subtropical Pacific. Fish.
Oceanogr., 12 (2): 112-125.

飯野正晴. 2006. 相模湾の沖合域と沿岸域の仔稚魚相. 平成 18 年度東京海洋大学修士学位論文,
34pp.

飯野正晴・茂木正人・長岩理央・宮崎唯史・栗田嘉宥・河野 博. 2006. 相模湾中央部における表層と亜表層の仔稚魚相. うみ, 44: 119-129.

岩田静夫・木幡 孜. 1987. 相模湾の海況と漁況. In 水産海洋環境論. 杉本隆成ほか (編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.91-105.

Iwata, S. and M. Matsuyama. 1989. Surface circulation in Sagami Bay: the response to variations of the Kuroshio axis. Journal of the Oceanographical Society of Japan, 45: 310-320.

John, H.-C., V. Mohrholz and J.R.E. Lutjeharms. 2001. Cross-front hydrography and fish larval distribution at the Angola-Benguela Frontal Zone. Journal of Marine Systems, 28: 91-111.

Kawabe, M. and M. Yoneno. 1987. Water and flow variations in Sagami Bay under the influence of Kuroshio path. Journal of the Oceanographical Society of Japan, 43: 283-294.

Kawaguchi, K. 1973. Biology of *Gonostoma gracile* (Gonostomatidae) . Geographical and vertical Distribution. Journal of Oceanographical Society of Japan, 29: 113-120.

川口弘一. 1977. マイクロネクトン群集 駿河湾のハダカイワシ科魚類 . In 海の生物群集と生産. 西沢敏・石田カー・川崎健 (編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.235-258.

Kawaguchi, K. and R. Marumo. 1967. Biology of *Gonostoma gracile* (Gonostomatidae) .

Morphology in Japan, Commemoration Number of Dr. Y. Matsue: 53-67.

Kendall, A.W. Jr., E.H. Ahlstrom and H.G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes

and their characteristics. In: Ontogeny and Systematics of Fishes. Moser HG, Richards

WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW Jr and Richardson SL (eds.), Am. Soc. Ichthyol.

Herpetol. Spec. Publ. 1, pp.11-22.

小林四郎. 1995. 生物群集の多変量解析. 蒼樹書房, 東京, 194pp.

Loeb, V.J. 1979. Vertical distribution and development of larval fishes in the north

Pacific Central Gyre during summer. Fish. Bull., 77 (4):777-793.

Miya, M. 1994. Seasonal occurrence of deep-sea bathylagid fishes in Sagami Bay, central

Japan, with notes on their reproduction. Japan. J. Ichthyol., 40: 433-440.

Miya, M. 1995. Some aspects of the biology of *Bathylagus ochotensis* (Piscea:

Bathylagidae) in Sagami Bay, central Japan. Bull. Mar. Sci., 56 (1): 173-184.

Miya, M. and T.Nemoto. 1986a. Life history and vertical distribution of the mesopelagic

fish *Cyclothone alba* (family Gonostomatidae) in Sagami Bay, Central Japan. Deep-Sea

Research, 33 (8): 1053-1068.

Miya, M. and T.Nemoto. 1986b. Reproduction, Growth and Vertical Distribution of the

Mesopelagic Fish *Cyclothone pseudopallida* (Family Gonostomatidae). In: Indo-Pacific

fish biology: Proceeding of the second international conference on Indo-Pacific fishes,

- Uyeno T, Arai R, Taniuti T and Matuura K, editors, ichthyological Society of Japan, Tokyo: 830-837.
- Miya, M. and T. Nemoto. 1987a. Reproduction, growth and vertical distribution of the meso- and bathypelagic fish *Cyclothone atraria* (Pisces:Gonostomatidae) in Sagami Bay, Central Japan. Deep-Sea Reseach, 34: 1565-1577.
- Miya, M. and T. Nemoto. 1987b. Some Aspects of the Biology of the Micronektonic Fish *Cyclothone pallida* and *C. acclinidens* (Pisces:Gonostomatidae) in Sagami Bay, Central Japan. Journal of the Oceanographical Society of Japan, 42: 473-480.
- Miya, M. and T.Nemoto. 1991. Comparative life histories of the meso- and bathypelagic fishes of the genus *Cyclothone* (Pisces: Gonostomatidae) in Sagami Bay, central Japan. Deep-Sea Reseach, 38: 67-89.
- Miya, M., M. Yamaguchi and M. Okiyama. 1995. Midwater fishes off the Pacific Coast of Boso Peninsula, Central Japan: species composition, abundance, biomass, and zoological affinities. Japan J. Ichthyol., 42 (3/4): 237-248.
- Moku, M., A. Tsuda and K. Kawaguchi. 2003. Spawning season and migration of the myctophid fish *Diaphus theta* in the western North Pacific. Ichthyological Research, 50: 52-58.
- Moku, M., A. Hayashi, K. Mori and Y. Watanabe. 2005. Validation of daily otolith increment formation in the larval myctophid fish *Diaphus* slender-type spp. Journal of Fish Biology, 67: 1481-1485.

- Moser, H.G. 1981. Morphological and functional aspects of marine fish larvae. In: Lasker, R. (Ed.), Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology, and Relation to Fisheries. Washington Sea Grant Program, Seattle, London, pp.89-131.
- Moser, H.G., R.L. Charter, P.E. Smith, D.A. Ambrose, S.R. Charterb, C.A. Myer, E.M. Sandknop and W. Watson. 1996. The early stages of fishes in the California current region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, ATRAS 33, Moser HG (eds.) United States of America by Allen Press, Inc., Lawrence, Kansas, 1505pp.
- 村田尚史. 2007. 黒潮大蛇行時と非大蛇行時における相模湾仔稚魚群集の比較研究. 平成 19 年度東京海洋大学修士学位論文, 34pp.
- 長岩理央. 2007. 東京湾における浮遊期仔稚魚の群集生態学的研究. 平成 19 年度東京海洋大学博士学位論文, 212pp.
- 長岩理央. 2004. 東京湾外湾部における仔稚魚群集の鉛直構造および湾利用様式に関する研究. 平成 16 年度東京水産大学修士学位論文, 47pp.
- 中坊徹次 (編). 2000. 日本産魚類検索 (第二版). 東海大学出版会, 東京, 1474pp.
- 日本海洋学会沿岸海洋研究部会 (編). 1985. 相模湾. 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版, 東京. pp.389-427.
- 野村英明. 1996. 内湾と外湾の相互作用, 生物学からの視点「動物プランクトンを例として」. 沿岸海洋研究, 34 (1): 25-35.
- Oh, B.C., M. Terazaki and T. Nemoto. 1991. Some aspects of the life history of the

- subarctic copepod *Neocalanus cristatus* (Calanoida) in Sagami Bay, central Japan. Mar. Biol., 111: 207-212.
- 沖山宗雄 (編). 1988. 日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会, 東京, 1154pp.
- Olivar, M.P. 1990. Spatial patterns of ichthyoplankton distribution in relation to hydrographic features in the Northern Benguela region. Mar. Biol., 106: 39-48.
- Olivar, M.P. and A. Sabatés. 1997. Vertical distribution of fish larvae in the north-west Mediterranean Sea in spring. Marine Biology, 129: 289-300.
- Quattrini, A.M., D.G. Lindquist, F.M. Bingham, T.E. Lankford and J.J. Govoni. 2005. Distribution of larval fishes among water masses in Onslow Bay, North Carolina: implications for cross-shelf exchange. Fish. Oceanogr, 14 (6): 413-431.
- Sassa, C. and K. Kawaguchi. 2005. Larval feeding habits of *Diaphus theta*, *Protomyctophum thompsoni*, and *Tarletonbeania taylori* (Pisces: Myctophidae) in the transition region of the western North Pacific. Mar. Ecol. Prog. Ser., 298: 261-276.
- Sassa, C. and K. Kawaguchi. 2006. Occurrence patterns of mesopelagic fish larvae in Sagami Bay, central Japan. J. Oceanogr., 62: 143-153.
- Sassa, C., H.G. Moser and K. Kawaguchi. 2002. Horizontal and vertical distribution patterns of larval myctophid fishes in the Kuroshio Current region. Fish. Oceanogr., 11 (1): 1-10.
- Sassa, C., K. Kawaguchi and V.J. Loeb 2003. Early development of *Diaphus garmani* (Pisces:

- Myctophidae) in the transition region of the western North Pacific. Ichthyological Research, 50: 94-97.
- Sassa, C., K. Kawaguchi, Y. Hirota and M. Ishida. 2004a. Distribution patterns of larval myctophid fish assemblages in the subtropical-tropical waters of the western North Pacific. Fish. Oceanogr., 13 (4): 267-282.
- Sassa, C., K. Kawaguchi, Y. Oozeki, H. Kubota, H. Sugisaki. 2004b. Distribution patterns of larval myctophid fishes in the transition region of the western North Pacific. Mar. Biol., 144: 417-428.
- Sassa, C., K. Kawaguchi and K. Mori. 2004c. Late winter larval mesopelagic fish assemblages in the Kuroshio waters of the western North Pacific. Fish. Oceanogr., 13 (2): 121-133.
- Sassa, C., K. Kawaguchi, Y. Hirota and M. Ishida. 2007a. Distribution depth of the transforming stage larvae of myctophid fishes in the subtropical-tropical waters of the western North Pacific. Deep-Sea Research , 54: 2181-2193.
- Sassa, C., K. Kawaguchi, K. Taki. 2007b. Larval mesopelagic fish assemblages in the Kuroshio-Oyashio transition region of the western North Pacific. Mar. Biol., 150: 1403-1415.
- Takagi, K., A. Yatsu, M. Moku, C. Sassa. 2006. Age and growth of two lanternfishes, *Symbolophorus californiensis* and *Ceratoscopelus warmingii* (Family Myctophidae), in

- the Kuroshio-Oyashio Transition Zone. Ichthyological Research, 53: 281-289.
- Watanabe, H. and K. Kawaguchi. 2003. Decadal Change in the diets of the surface migratory myctophid fish *Myctophum nitidulum* in the Kuroshio region of the western North Pacific: Predation on sardine larvae by myctophids. Fisheries Science, 69: 716-721.
- Yamashita, Y. and T. Aoyama. 1984. Ichthyoplankton in Otsuchi Bay on Northeastern Honshu with reference to the time-space segregation of their habitats. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50 (2): 189-198.
- Yanagi, T., H. Tamaru, T. Ishimaru and T. Saino. 1989. Intermittent outflow of high-turbidity bottom water from Tokyo Bay in summer. La mer, 27: 34-40.

Table 1 各月の各地点での調査状況

	Station	ORI net	CTD
April	1	○	○
	2	○	○
	3	×	○
	4	○	○
	5	○	○
	6	○	○
	7	○	○
	8	×	×
June	1	○	○
	2	○	○
	3	×	○
	4	○	○
	5	○	○
	6	○	○
	7	○	○
	8	○	○
October	1	○	○
	2	○	○
	3	○	○
	4	○	○
	5	○	×
	6	○	×
	7	○	○
	8	○	○
December	1	○	○
	2	○	○
	3	○	○
	4	○	○
	5	○	○
	6	○	○
	7	○	○
	8	○	○

Table 2 各月における各地点の採集データ(時刻, 濾水量 (m³))

Date	Station	Time	Filtered volume (m ³)
2005/4/11	1	13:59-14:09	1,239.8
2005/4/13	7	14:25-14:35	201.1
2005/4/14	6	14:41-14:51	386.7
"	5	10:13-10:23	688.3
"	4	16:00-16:10	388.0
2005/4/15	2	13:19-13:29	51.6
2005/6/16	8	15:36-15:48	755.4
2005/6/17	5	09:52-10:02	672.9
"	6	11:32-11:42	667.7
2005/6/18	7	14:54-15:04	1,035.1
2005/6/20	4	10:03-10:15	861.1
"	2	13:49-14:00	862.4
2005/6/21	1	09:17-09:29	1,022.2
2005/10/1	8	10:09-10:19	982.0
"	7	11:26-11:37	1,440.1
2005/10/3	6	11:39-11:49	756.5
"	5	13:27-13:37	423.8
2005/10/4	4	10:29-10:41	419.5
"	3	12:47-12:57	170.2
"	2	15:22-15:32	117.8
2005/10/5	1	09:45-09:55	118.5
2005/12/13	1	13:57-14:07	810.7
2005/12/14	8	10:32-10:42	810.7
2005/12/15	7	13:01-13:11	2,250.6
2005/12/16	5	09:58-10:08	886.7
"	6	11:22-11:32	979.7
"	4	15:09-15:20	736.0
2005/12/19	3	09:24-09:37	1,042.7
"	2	12:09-12:23	884.1

Table 3 各月・各地点の水深20～30 mの平均水温・塩分

	Stn.1	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn.5	Stn.6	Stn.7	Stn.8
April								
Water temperature (°C)	14.75	15.32	15.66	16.49	15.37	15.42	14.85	-*
Salinity	34.08	34.36	34.62	34.70	34.56	34.53	34.55	-
June								
Water temperature (°C)	17.25	17.93	19.66	18.20	20.47	19.45	19.51	20.38
Salinity	33.99	34.28	34.27	34.44	34.38	34.32	34.39	34.45
October								
Water temperature (°C)	20.02	21.45	22.29	22.41	-	-	22.45	22.64
Salinity	33.70	33.86	33.73	33.74	-	-	33.71	33.66
December								
Water temperature (°C)	16.13	15.57	16.12	17.30	17.40	17.44	17.51	17.67
Salinity	33.67	34.07	34.33	34.56	34.43	34.44	34.52	34.53

* 欠測

Table 4. 採集された仔稚魚のリスト

Family/ Species	Japanese name	Density (ind./1,000 m ³)*					Month	Size range BL (mm)	Developmental stage**
		TC	TO	TM	SC	SO			
Microstomatidae									
<i>Lipolagus ochotensis</i>	ソコイワシ		0.6			0.5	Apr,Oct,Dec	3.2-6.4	pre.
Microstomatidae sp.	ソコイワシ科 sp.				0.2		Dec	3.9	pre.
Gonostomatidae									
<i>Diplophos</i> sp.	ユメハダカ属 sp.			0.4			Dec	15.0	pre.-fle.
<i>Sigmops gracile</i>	ヨコエソ	2.2	2.9		0.2		Dec	4.4-9.9	pre.-fle.
<i>Sigmops</i> sp.	ヨコエソ属 sp.				0.2		Dec	3.6	pre.-fle.
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	ハイヒロオニハダカ					0.3	Dec	6.2-7.1	pos.
<i>Cyclothone</i> sp.1	オニハダカ属 sp.1		1.0	5.0	8.2	0.7	Oct,Dec	3.0-5.8	pre.-fle.
<i>Cyclothone</i> sp.2	オニハダカ属 sp.2				1.5		Oct	***	***
Gonostomatidae sp.1	ヨコエソ科 sp.1			0.4			Jun	4.1	pre.
Gonostomatidae sp.2	ヨコエソ科 sp.2		0.3				Oct	3.9	pre.
Sternoptychidae									
<i>Maurolicus japonicus</i>	キュウリエソ		0.6				Apr,Dec	5.8-7.1	fle.
Phosichthyidae									
<i>Pollichthys maui</i>	ヨウジエソ				0.2		Dec	4.5	pre.
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	ヤベウキエソ		0.3			0.1	Oct,Dec	5.4-6.4	fle.
Paralepididae									
Paralepididae sp.1	ハダカエソ科 sp.1		0.3	0.4			Jun,Dec	2.7-7.1	pre.
Paralepididae sp.2	ハダカエソ科 sp.2					0.1	Oct	6.2	pre.
Paralepididae sp.3	ハダカエソ科 sp.3				1.3	0.1	Oct,Dec	3.5-9.4	pre.
Myctophidae									
<i>Taaningichthys minimus</i>	クロハダカ		0.3				Oct	4.4	pre.
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	イタハダカ		0.3				Dec	4.6	pre.
<i>Benthoosema fibulatum</i>	ホクトハダカ				0.7		Oct	5.4	pos.
<i>Benthoosema pterotum</i>	イワハダカ		0.6	0.4	2.2	2.7	Jun,Oct	2.7-4.9	pre.-fle.
<i>Symbolophorus evermanni</i>	マガリハダカ					0.5	Apr	3.9	pre.
<i>Symbolophorus californiensis</i>	ナガハダカ		14.4				Apr	3.0-9.6	pre.,pos.
<i>Myctophum nitidulum</i>	ススキハダカ				0.2		Dec	5.7	pre.
<i>Myctophum asperum</i>	アラハダカ	0.3	1.0		1.5		Apr,Jun,Dec	2.8-4.7	pre.
<i>Notoscopelus</i> sp.	オオクチイワシ属 sp.				0.4		Dec	2.9-3.2	pre.
<i>Notoscopelus caudispinosus</i>	オオセビレハダカ			0.4			Dec	8.8	pos.
<i>Lampadena</i> sp.1	カガミイワシ属 sp.1			0.4			Oct	2.8	pre.
<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	ゴコウハダカ			0.4	2.2		Apr,Oct	3.1-3.3	pre.
<i>Triphoturus microchir</i>	ツマリハダカ				0.7		Oct	4.9	fle.
<i>Lampanyctus</i> sp.1	トミハダカ属 sp.1		1.3				Dec	2.9-4.4	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.2	トミハダカ属 sp.2	0.3	1.3	2.5	3.3		Apr,Oct,Dec	2.6-4.3	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.3	トミハダカ属 sp.3		0.6			0.7	Jun,Oct,Dec	3.3-3.8	pre.-fle.
<i>Lampanyctus</i> sp.4	トミハダカ属 sp.4			0.4			Dec	5.6	fle.
<i>Lampanyctus</i> sp.5	トミハダカ属 sp.5			0.8			Oct	2.3-2.5	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.6	トミハダカ属 sp.6				0.7		Oct	2.8	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.7	トミハダカ属 sp.7		0.6				Apr	3.5-4.5	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.8	トミハダカ属 sp.8		0.3				Jun	3.6	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.9	トミハダカ属 sp.9				2.0	0.3	Dec	3.2-5.2	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.10	トミハダカ属 sp.10					0.1	Dec	7.1	pos.
<i>Lampanyctus</i> sp.11	トミハダカ属 sp.11				0.5		Dec	3.5-4.4	pre.
<i>Lampanyctus</i> sp.12	トミハダカ属 sp.12				0.2		Dec	3.9	pre.
<i>Diaphus</i> spp.	ハダカイワシ属 spp.	3.8	6.4	50.7	3.5	8.4	Apr,Jun,Oct,Dec	1.8-5.8	pre.-fle.
Myctophidae sp.1	ハダカイワシ科 sp.1	0.6	0.6				Oct	2.7-3.2	pre.-fle.
Myctophidae sp.2	ハダカイワシ科 sp.2		0.3				Dec	2.9	pre.-fle.
Myctophidae sp.3	ハダカイワシ科 sp.3		0.3				Dec	3.8	pre.

Table 4. Continued

Family/ Species	Japanese name	Density (ind./1,000 m ³)*					Month	Size range BL (mm)	Developmental stage**
		TC	TO	TM	SC	SO			
Myctophidae sp.4	ハダカイワシ科 sp.4		0.3				Dec	4.0	pre.
Myctophidae sp.5	ハダカイワシ科 sp.5			0.8			Dec	5.5	pre.
Myctophidae sp.6	ハダカイワシ科 sp.6			0.4			Oct	3.8	pre.
Myctophidae sp.7	ハダカイワシ科 sp.7			0.4			Jun	3.5	pre.
Myctophidae sp.8	ハダカイワシ科 sp.8					0.1	Oct	3.3	pre.
Myctophidae sp.9	ハダカイワシ科 sp.9					0.1	Oct	3.9	pre.
Myctophidae sp.10	ハダカイワシ科 sp.10					0.5	Jun	2.9	pre.
Bregmacerotidae									
<i>Bregmaceros nectabanus</i>	トヤマサイウオ				0.4	0.1	Dec	6.1-9.4	pos.-juv.
<i>Bregmaceros</i> sp.1	サイウオ属 sp.1	1.3	0.6	0.4			Oct	1.7-3.3	pre.
<i>Bregmaceros</i> sp.2	サイウオ属 sp.2			0.4			Oct	2.8	pre.
Gempylidae									
<i>Ruvettus pretiosus</i>	バラムツ				0.7	1.9	Oct	3.0-3.7	pre.
<i>Nealotus tripes</i>	フウライカマス				0.7	1.1	Oct	3.3-3.9	pre.
Gempylidae sp.1	クロタチカマス科 sp.1		0.3	4.6		0.1	Jun,Oct	2.5-3.8	pre.
Gempylidae sp.2	クロタチカマス科 sp.2					0.1	Jun	2.9	pre.
Gempylidae sp.3	クロタチカマス科 sp.3					0.1	Jun	2.5	pre.

*TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

**pre.:preflexion;pos.:postflexion;juv.:juvenile

***サンプル破損のため未計測

Table 5 各月の海域別種数・個体数

Sites*	April		June		October		December	
	Species	Ind.No./ 1,000 m ³	Species	Ind.No./ 1,000 m ³	Species	Ind.No./ 1,000 m ³	Species	Ind.No./ 1,000 m ³
TC	0	0.0	0	0.0	3	118.2	4	16.0
TO	7	1,047.3	3	4.6	8	83.3	12	15.6
TM	2	12.9	4	4.6	10	364.8	4	6.8
SC	0	0.0	2	9.0	10	81.3	14	34.8
SO	1	19.9	6	25.7	11	33.9	6	2.9
Total	9	21.3	12	11.2	27	83.3	31	14.5

*TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;
SO:Offshore of Sagami Bay

Table 6 各月における上位5種

April				June			October			December		
Rank	Species	Ind.No ./1,000 m ³	%	Species	Ind.No ./1,000 m ³	%	Species	Ind.No ./1,000 m ³	%	Species	Ind.No ./1,000 m ³	%
1	<i>Symbolophorus californiensis</i>	15.2	71.4	<i>Diaphus</i> spp.	7.3	65.2	<i>Diaphus</i> spp.	37.0	44.4	<i>Diaphus</i> spp.	3.3	22.8
2	<i>Lampanyctus</i> sp.2	2.0	9.4	<i>Myctophum asperum</i>	1.4	12.5	<i>Cyclothone</i> sp.1	11.7	14.0	<i>Sigmops gracile</i>	2.0	13.8
3	<i>Symbolophorus evermanni</i>	1.4	6.6	Myctophidae sp.10	0.7	6.3	<i>Benthoosema pterotum</i>	7.5	9.0	<i>Lampanyctus</i> sp.9	1.5	10.3
4	<i>Myctophum asperum</i>	0.7	3.3	<i>Benthoosema pterotum</i>	0.3	2.7	<i>Ruvettus pretiosus</i>	4.1	4.9	<i>Cyclothone</i> sp.1	1.5	10.3
5	<i>Lampanyctus</i> sp.7	0.7	3.3	Gempylidae sp.1	0.3	2.7	<i>Lampanyctus</i> sp.2	3.6	4.3	<i>Lampanyctus</i> sp.2	0.8	5.5

Table 7 4月の各海域における優占種(上位5位)

TO				TM				SO			
Rank	Species	Ind. No./ 1,00 0m³	%	Species	Ind. No./ 1,00 0m³	%	Species	Ind. No./ 1,00 0m³	%		
1	<i>Symbolophorus californiensis</i>	872.8	83.3	<i>Lampanyctus</i> sp.2	10.3	79.9	<i>Symbolophorus evermanni</i>	19.9	100.0		
2	<i>Myctophum asperum</i>	38.8	3.7	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	2.6	20.0					
3	<i>Lampanyctus</i> sp.2	38.8	3.7								
4	<i>Lampanyctus</i> sp.7	38.8	3.7								
5	<i>Maurollicus japonicus</i>	19.4	1.9								
	<i>Lipolagus ochotensis</i>	19.4	1.9								
	<i>Diaphus</i> spp.	19.4	1.9								

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

TCとSCでは仔魚が出現しなかった

Table 8 6月の各海域における優占種(上位5位)

TO				TM				SC				SO			
Rank	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%
1	<i>Benthosema pterotum</i>	2.3	50.4	<i>Diaphus</i> spp.	1.2	25.2	<i>Myctophum asperum</i>	6.0	66.3	<i>Diaphus</i> spp.	21.2	82.6			
2	<i>Lampanyctus</i> sp.8	1.2	25.2	Gonostomatidae sp.1	1.2	25.2	<i>Diaphus</i> spp.	3.0	33.2	Myctophidae sp.10	2.2	8.7			
3	Gempylidae sp.1	1.2	25.2	Myctophidae sp.7	1.2	25.2				<i>Lampanyctus</i> sp.3	0.6	2.2			
4				Paralepididae sp.1	1.2	25.2				Gempylidae sp.1	0.6	2.2			
5										Gempylidae sp.2	0.6	2.2			
										Gempylidae sp.3	0.6	2.2			

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

TCでは仔魚が出現しなかった

Table 9 10月の各海域における優占種(上位5位)

TC				TO			TM			SC			SO		
Rank	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%
1	<i>Diaphus</i> spp.	67.5	57.1	<i>Diaphus</i> spp.	41.7	50.0	<i>Diaphus</i> spp.	288.5	79.1	<i>Cyclothone</i> sp.1	27.1	33.3	<i>Diaphus</i> spp.	9.5	28.0
2	<i>Bregmaceros</i> sp.1	33.8	28.6	<i>Cyclothone</i> sp.1	10.4	12.5	<i>Cyclothone</i> sp.1	28.6	7.8	<i>Benthosema pterotum</i>	10.2	12.5	<i>Benthosema pterotum</i>	8.3	24.4
3	Myctophidae sp.1	16.9	14.3	<i>Bregmaceros</i> sp.1	6.9	8.3	Gempylidae sp.1	26.2	7.2	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	10.2	12.5	<i>Ruvettus pretiosus</i>	5.8	17.1
4				<i>Lampanyctus</i> sp.2	6.9	8.3	<i>Lampanyctus</i> sp.2	4.8	1.3	<i>Lampanyctus</i> sp.2	10.2	12.5	<i>Nealotus tripes</i>	3.3	9.7
5				Myctophidae sp.1	6.9	8.3	<i>Lampanyctus</i> sp.5	4.8	1.3	<i>Cyclothone</i> sp.2	6.8	8.3	<i>Cyclothone</i> sp.1	2.1	6.1

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

Table 10 12月の各海域における優占種(上位5位)

TC				TO			TM			SC			SO		
Rank	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%
1	<i>Sigmops gracile</i>	8.6	54.0	<i>Sigmops gracile</i>	4.7	29.9	Myctophidae sp.5	2.7	40.0	<i>Diaphus</i> spp.	8.0	23.1	<i>Lampanyctus</i> sp.9	0.7	22.5
2	<i>Diaphus</i> spp.	4.9	30.8	<i>Diaphus</i> spp.	3.6	23.3	<i>Diplophos</i> sp.	1.4	20.0	<i>Cyclothone</i> sp.1	7.0	20.0	<i>Cyclothone pseudopallida</i>	0.7	22.5
3	<i>Myctophum asperum</i>	1.2	7.7	<i>Lampanyctus</i> sp.1	2.1	13.3	<i>Notoscopelus caudispinosus</i>	1.4	20.0	<i>Lampanyctus</i> sp.9	5.9	16.9	<i>Diaphus</i> spp.	0.7	22.5
4	<i>Lampanyctus</i> sp.2	1.2	7.7	<i>Lampanyctus</i> sp.3	1.0	6.7	<i>Lampanyctus</i> sp.4	1.4	20.0	Paralepididae sp.3	3.8	10.8	<i>Vinciguerria nimbaria</i>	0.3	11.3
5				<i>Myctophum asperum</i>	0.5	3.3				<i>Lampanyctus</i> sp.2	3.2	9.2	<i>Lampanyctus</i> sp.10	0.3	11.3
				<i>Diogenichthys atlanticus</i>	0.5	3.3							<i>Bregmaceros nectabanus</i>	0.3	11.3
				Myctophidae sp.2	0.5	3.3									
				Myctophidae sp.3	0.5	3.3									
				Myctophidae sp.4	0.5	3.3									
				<i>Lipolagus ochotensis</i>	0.5	3.3									
				<i>Maurolicus japonicus</i>	0.5	3.3									
				Paralepididae sp.1	0.5	3.3									

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

Table 11 各海域における優占種(上位5位)

TC				TO				TM				SC				SO			
Rank	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%	Species	Ind. No./ 1,000 m ³	%				
1	<i>Diaphus</i> spp.	3.8	44.7	<i>Symbolophorus californiensis</i>	14.4	40.2	<i>Diaphus</i> spp.	50.7	72.9	<i>Cyclothone</i> sp.1	8.2	25.9	<i>Diaphus</i> spp.	8.4	44.4				
2	<i>Sigmops gracile</i>	2.2	25.9	<i>Diaphus</i> spp.	6.4	17.9	<i>Cyclothone</i> sp.1	5.0	7.2	<i>Diaphus</i> spp.	3.5	11.0	<i>Benthosema pterotum</i>	2.7	14.3				
3	<i>Bregmaceros</i> sp.1	1.3	15.3	<i>Sigmops gracile</i>	2.9	8.1	<i>Gempylidae</i> sp.1	4.6	6.6	<i>Lampanyctus</i> sp.2	3.3	10.4	<i>Ruvettus pretiosus</i>	1.9	10.1				
4	<i>Myctophidae</i> sp.1	0.6	7.0	<i>Lampanyctus</i> sp.1	1.3	3.6	<i>Lampanyctus</i> sp.2	2.5	3.6	<i>Benthosema pterotum</i>	2.2	6.9	<i>Nealotus tripes</i>	1.1	5.78				
5	<i>Myctophum asperum</i>	0.3	3.5	<i>Lampanyctus</i> sp.2	1.3	3.6	<i>Lampanyctus</i> sp.5	0.8	1.2	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	2.2	6.9	<i>Cyclothone</i> sp.1	0.7	3.7				
	<i>Lampanyctus</i> sp.2	0.3	3.5				<i>Myctophidae</i> sp.5	0.8	1.2				<i>Lampanyctus</i> sp.3	0.7	3.7				

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

Table 12 動物地理学的分類による種のタイプ分け

Species	Zoological affinity
<i>Lipolagus ochotensis</i>	TS/SA
<i>Sigmops gracile</i>	W
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	W
<i>Maurolicus japonicus</i>	P
<i>Pollichthys maui</i>	TS
<i>Vinciguerria nimbaria</i>	TS
<i>Taaningichthys minimus</i>	TS
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	TS
<i>Benthosema fibulatum</i>	P
<i>Benthosema pterotum</i>	P
<i>Symbolophorus evermanni</i>	TS
<i>Symbolophorus californiensis</i>	TS/SA
<i>Myctophum nitidulum</i>	TS
<i>Myctophum asperum</i>	TS
<i>Notoscopelus caudispinosus</i>	TS
<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	TS
<i>Triphoturus microchir</i>	TS
<i>Bregmaceros nectabanus</i>	TS
<i>Ruvettus pretiosus</i>	P
<i>Nealotus tripes</i>	TS

Zoological affinity (TS, tropical-subtropical; TS/SA, transitional species; W, Wide ranging; P, pseudoceanic)

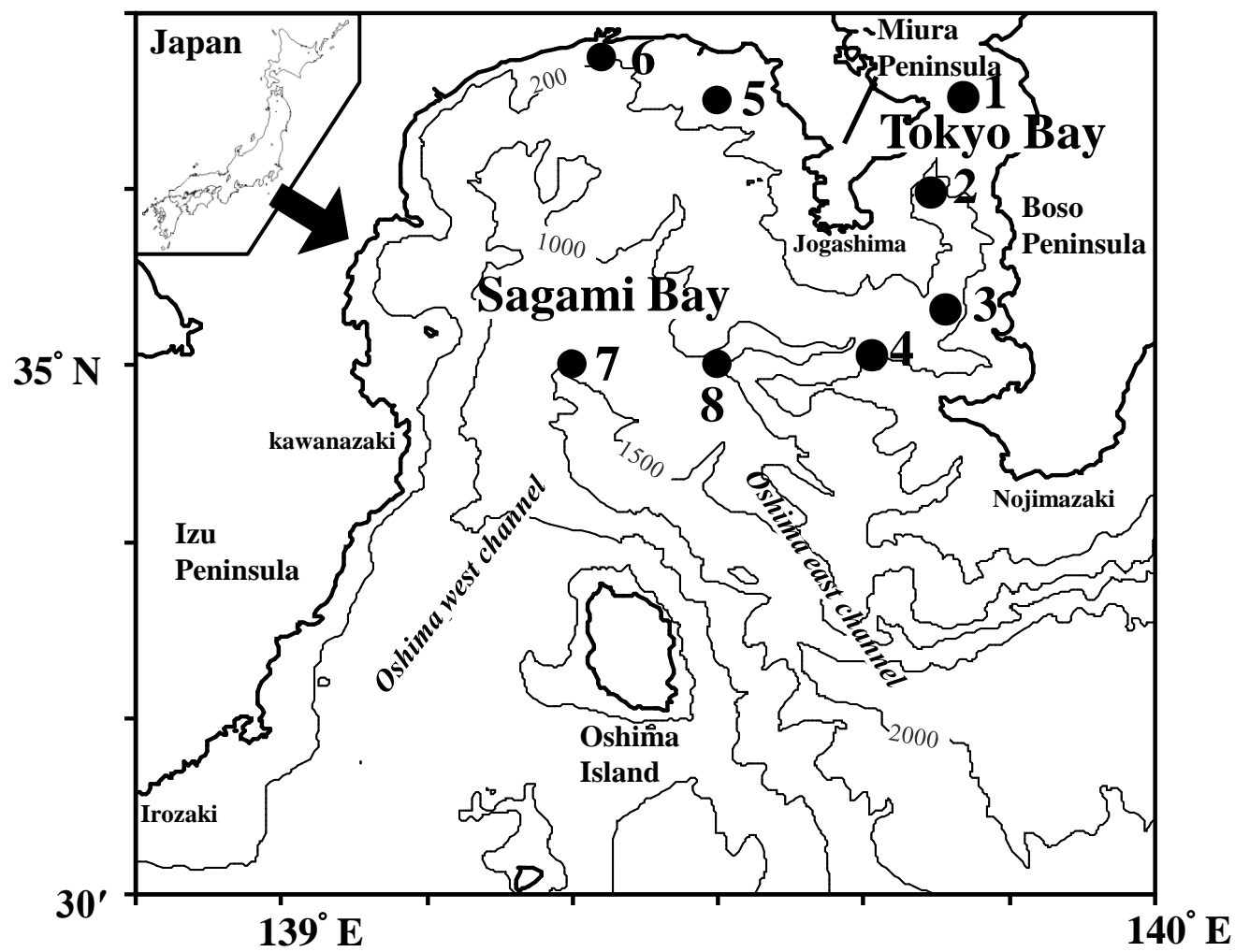


Fig. 1 採集地点

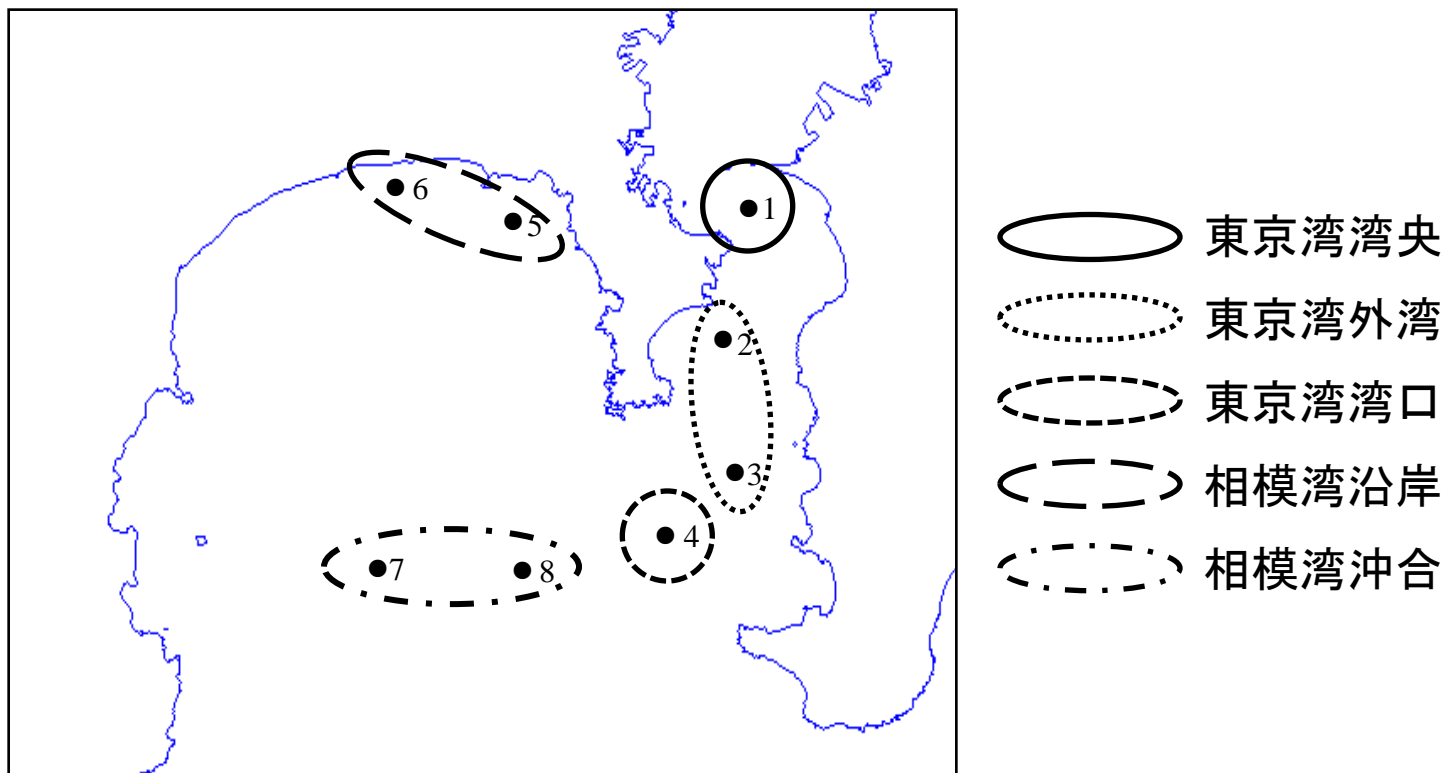


Fig. 2 各地点の海域の区分

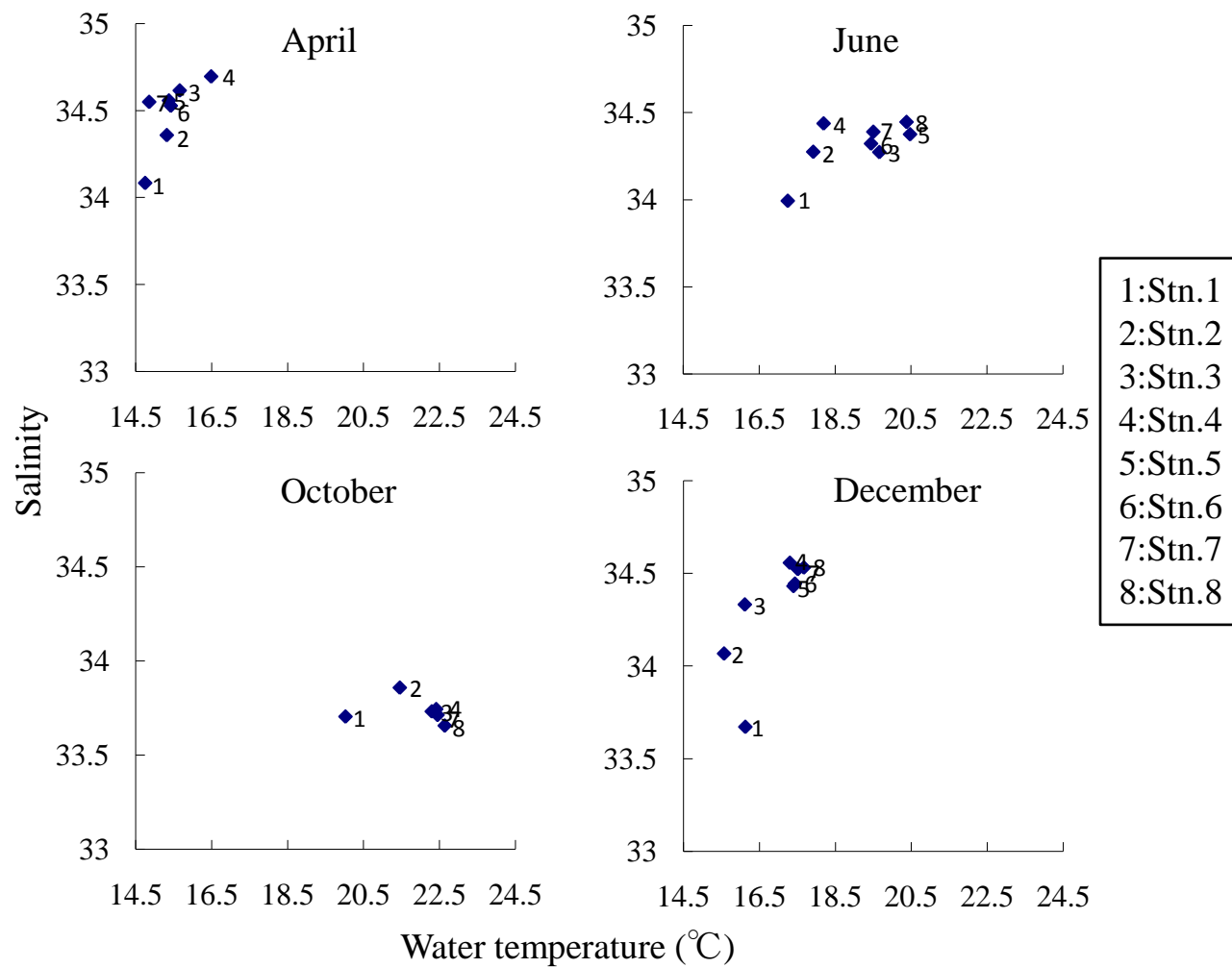


Fig.3 各月のT-Sダイアグラム

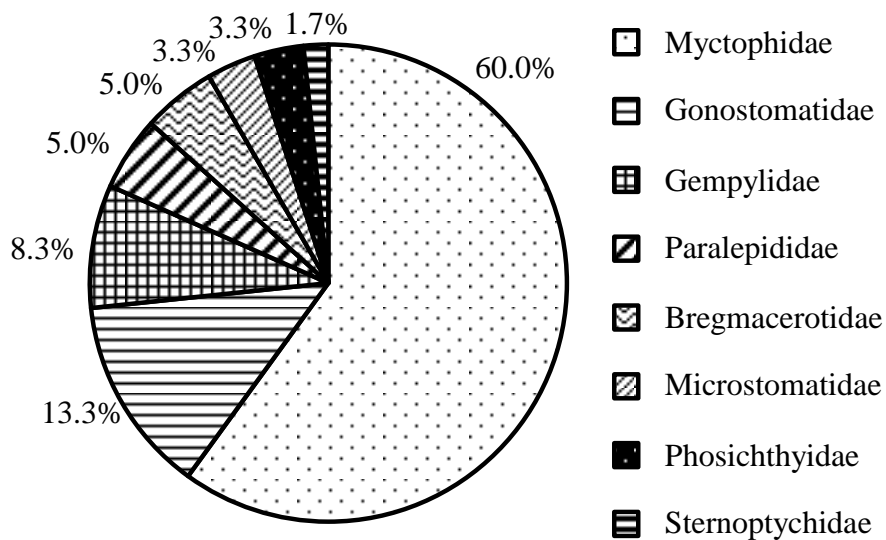


Fig. 4 全8科の総種数に占める割合

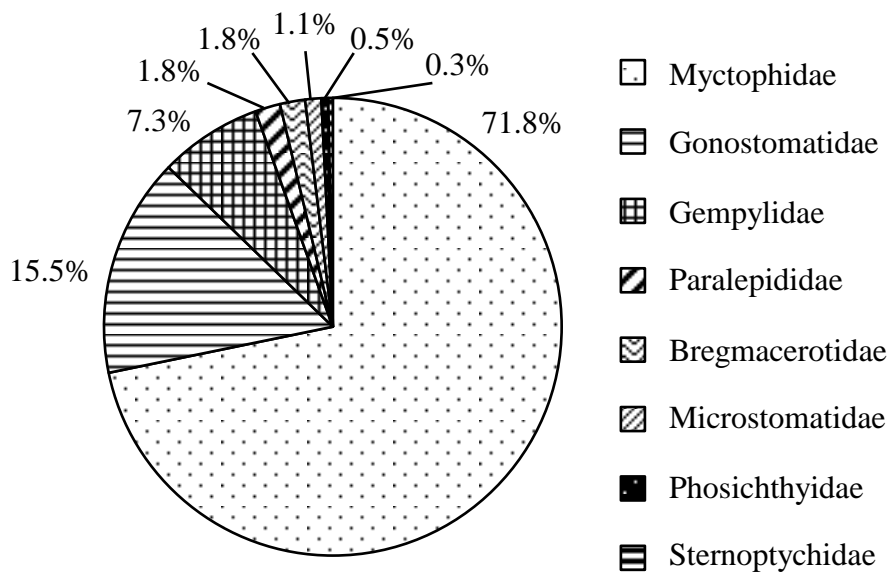


Fig. 5 全8科の総個体数に占める割合

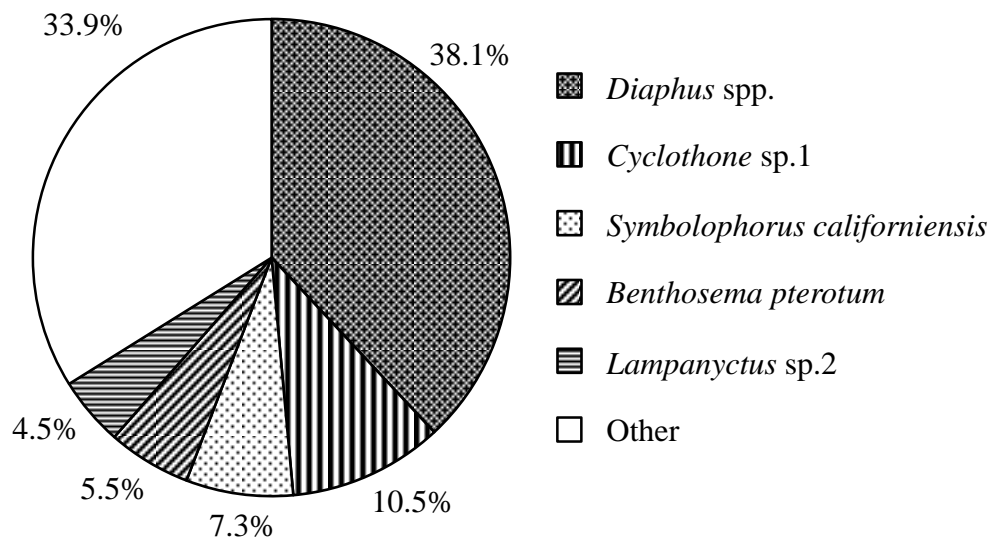


Fig. 6 上位5種の総個体数に占める割合

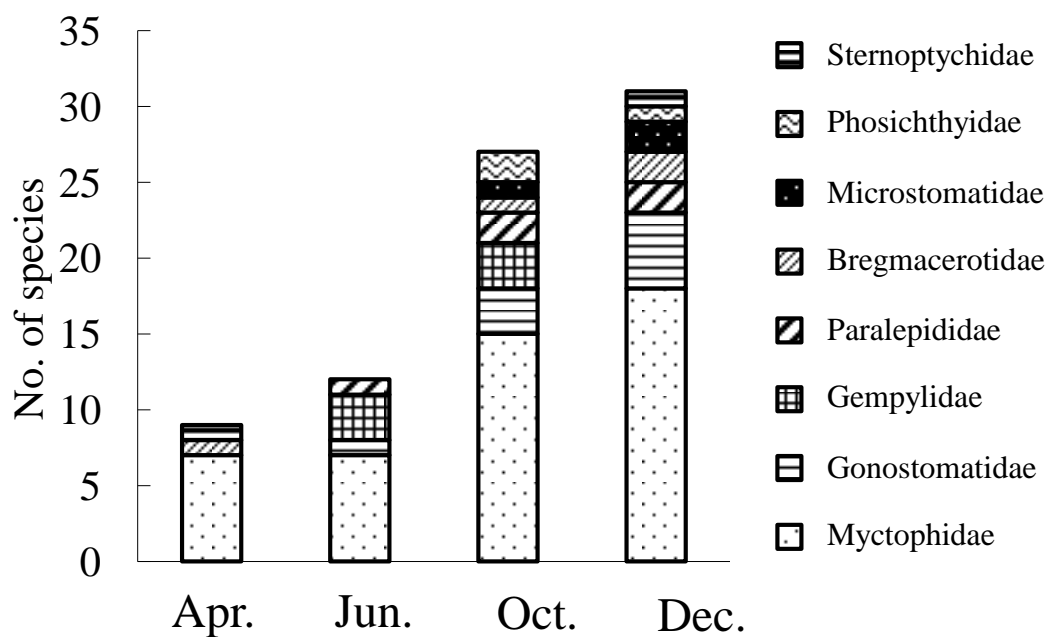


Fig. 7 種数の経月変化

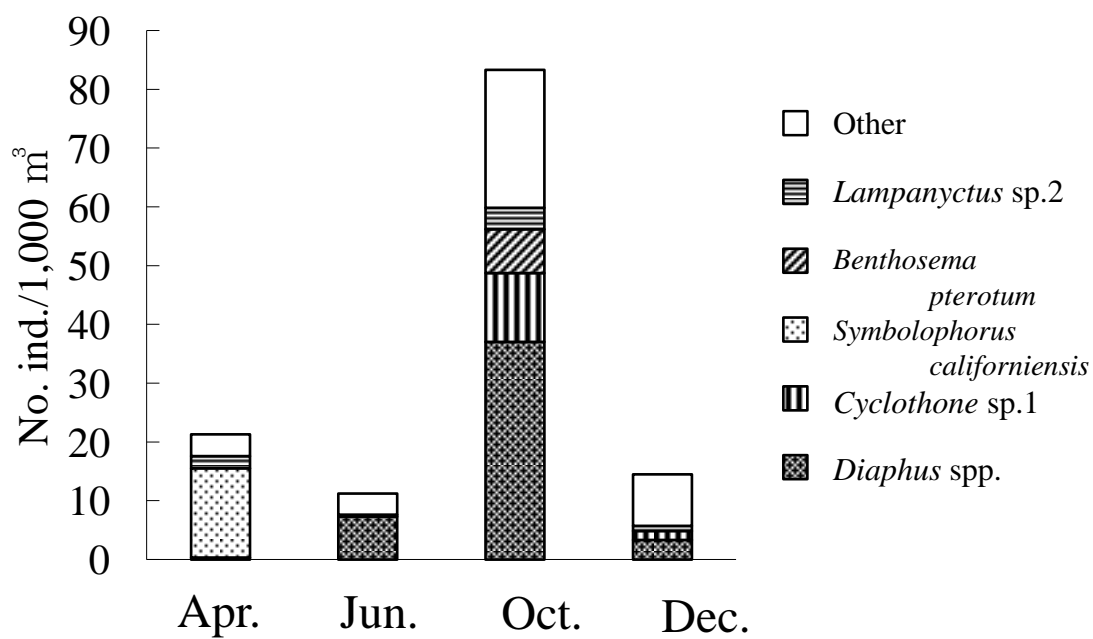


Fig. 8 個体数の経月変化

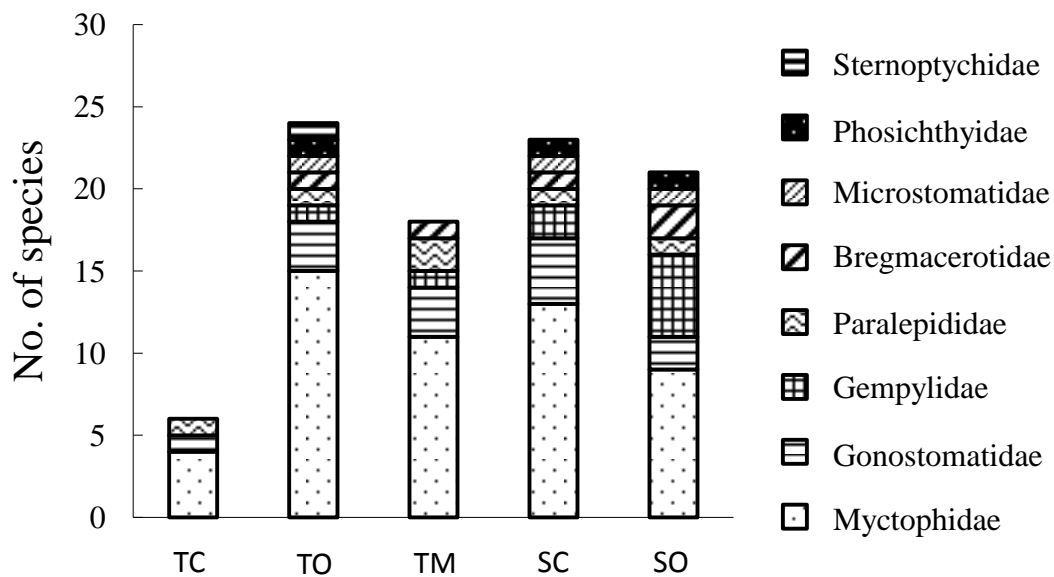


Fig. 9 種数の海域間の比較

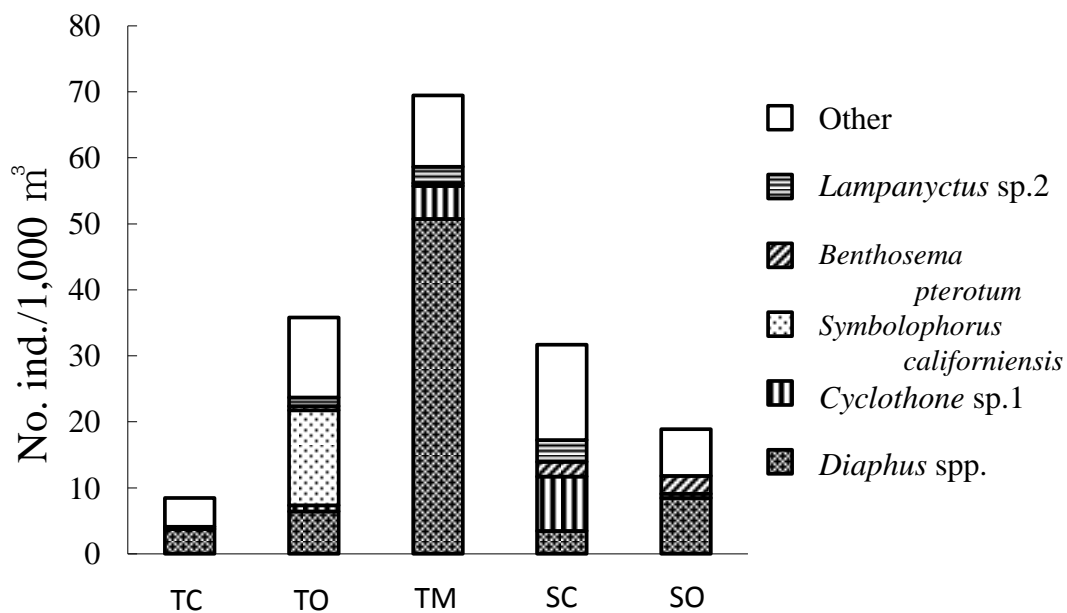


Fig. 10 個体数の海域間の比較

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;
SO:Offshore of Sagami Bay

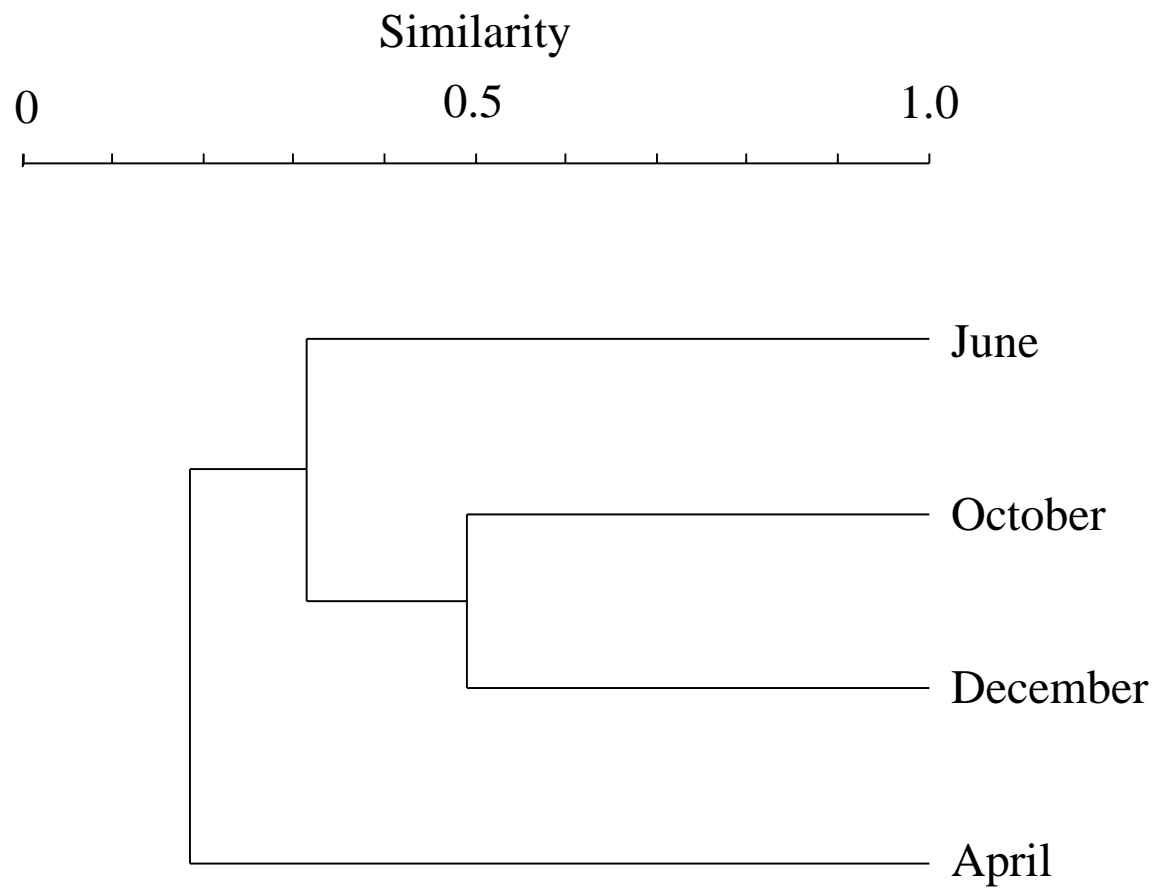


Fig. 11月のクラスタリング

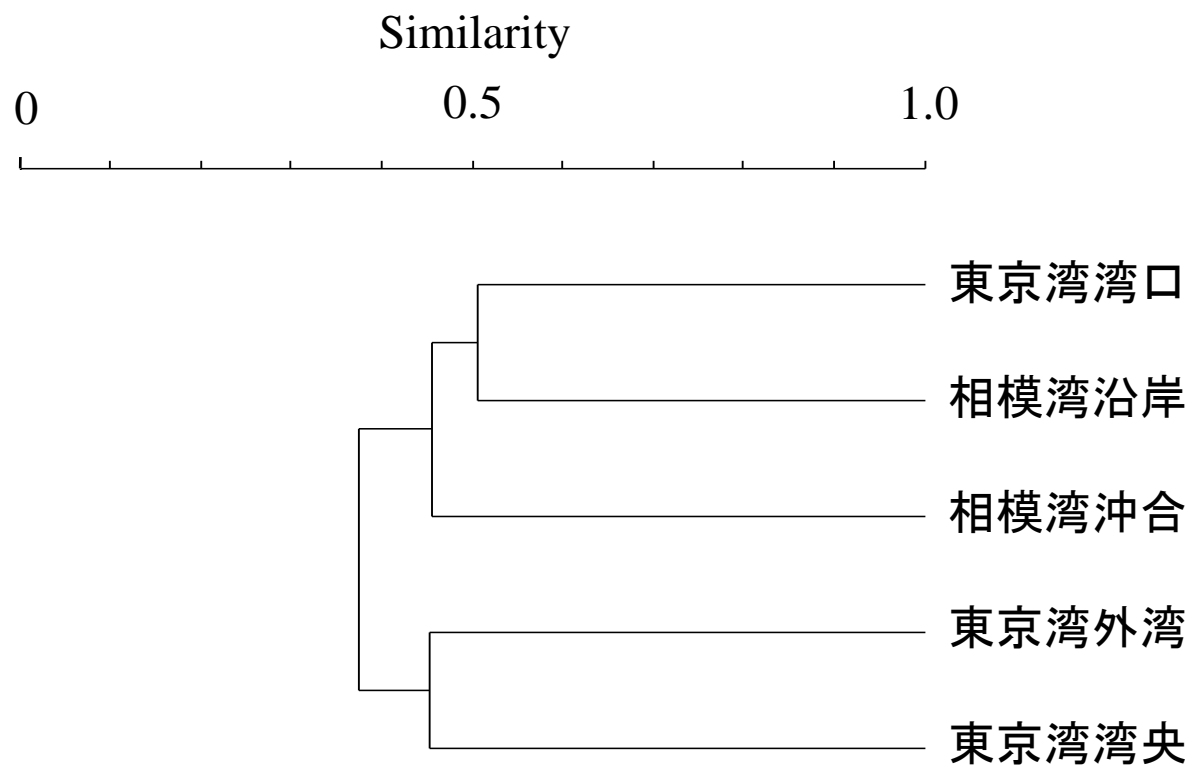


Fig. 12 海域のクラスタリング

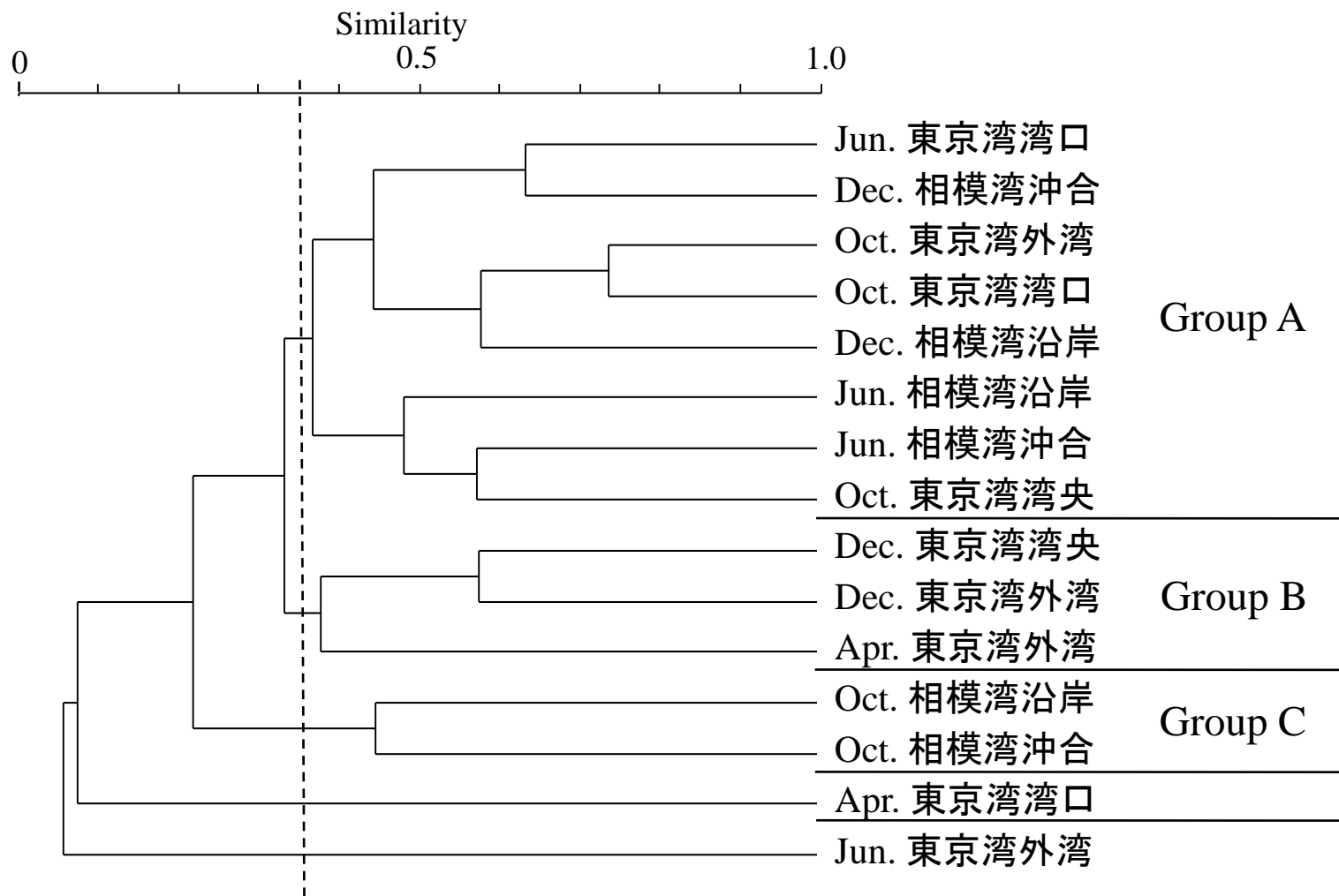


Fig. 13 月，海域のクラスタリング

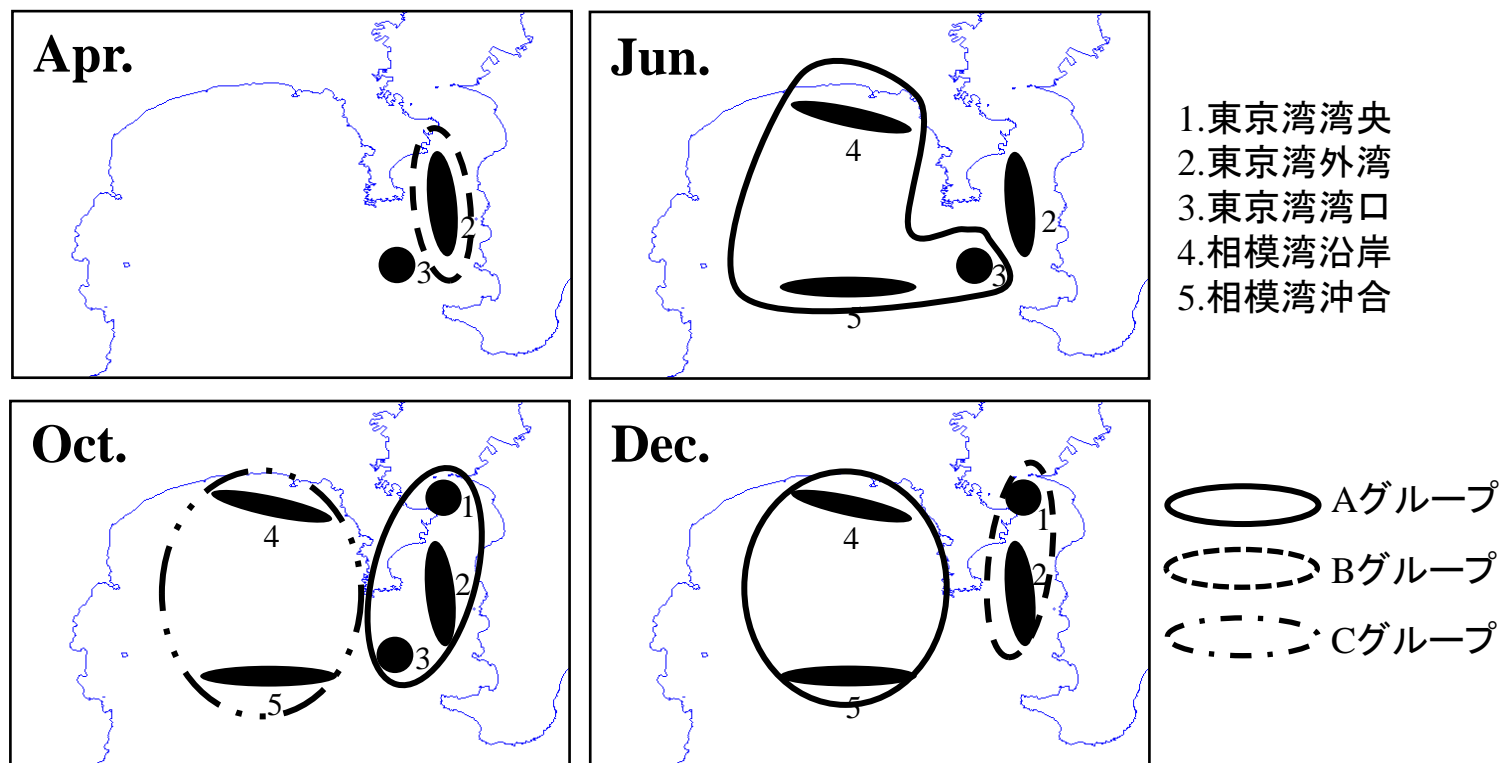


Fig.14 月, 海域のクラスタリングに基づく各海域のグループの区分

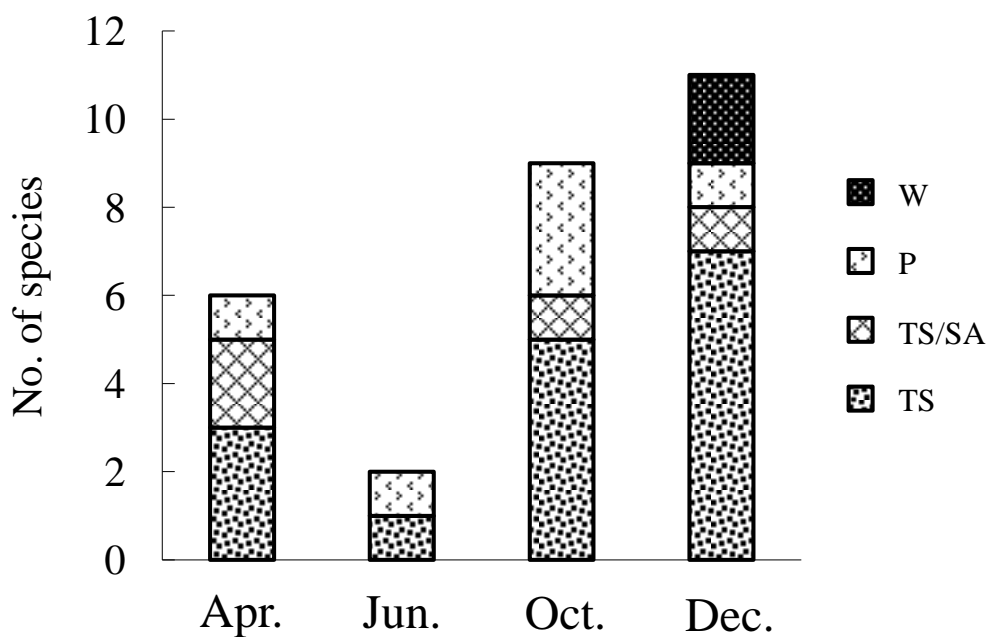


Fig. 15 動物地理学的分類別の種数の経月変化

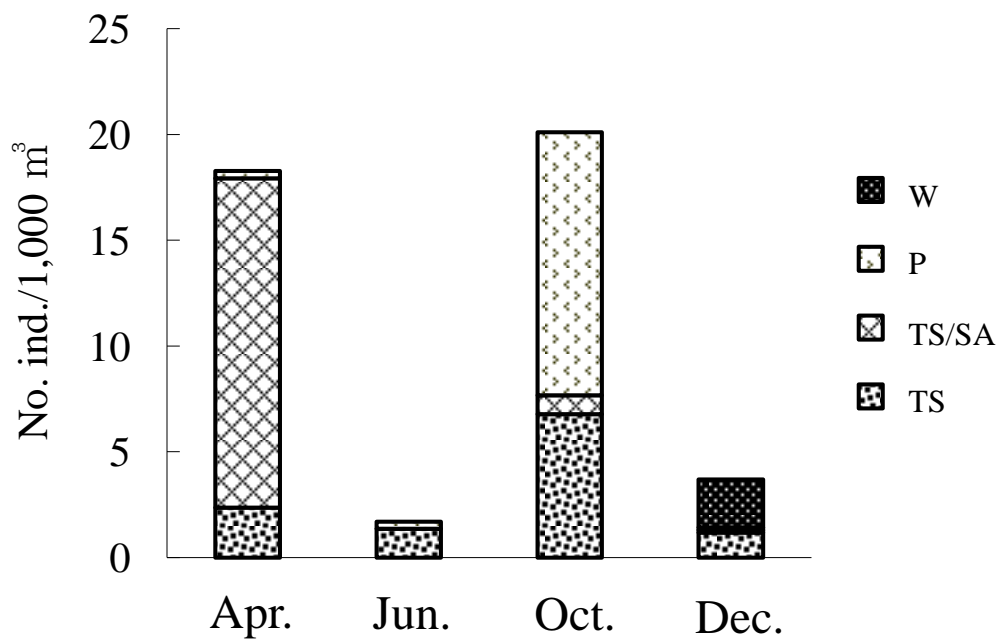


Fig. 16 動物地理学的分類別の個体数の経月変化

Zoological affinity (TS, tropical-subtropical; W, Wide ranging; P, pseudoceanic; TS/SA, transitional species)

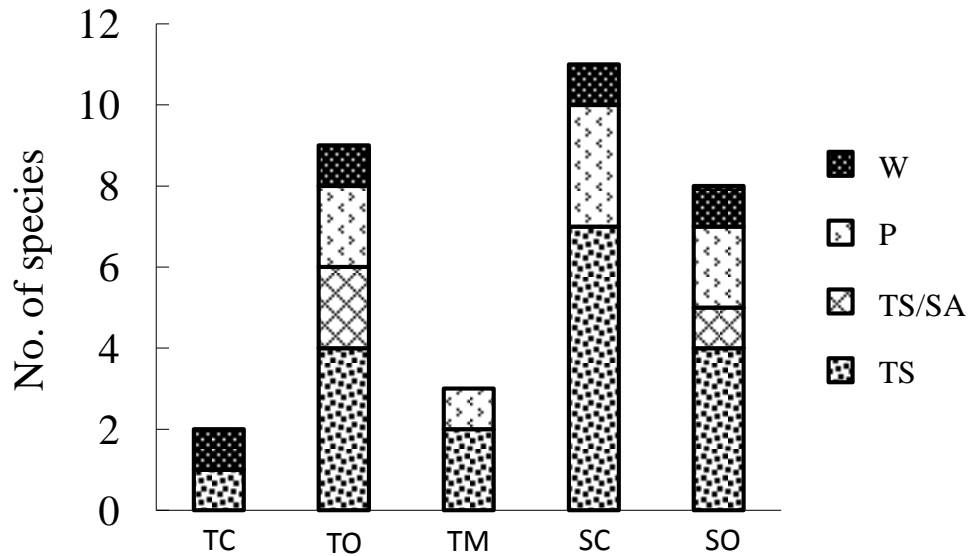


Fig. 17 動物地理学的分類別の種数の海域間比較

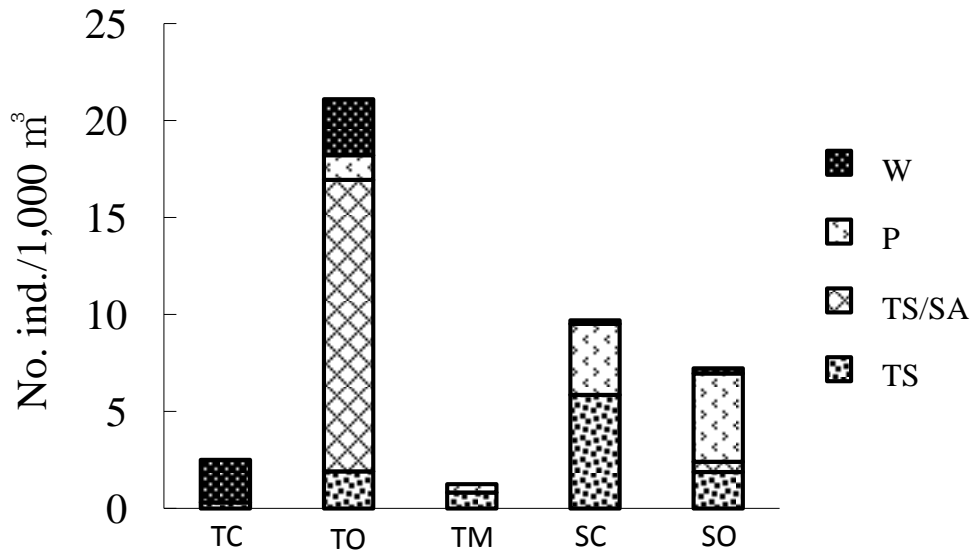


Fig. 18 動物地理学的分類別の個体数の海域間比較

Zoological affinity (TS, tropical-subtropical; W, Wide ranging; P, pseudoceanic; TS/SA, transitional species)

TC:Center of Tokyo Bay;TO:Outer part of Tokyo Bay;TM:Mouth of Tokyo Bay;SC:Coastal of Sagami Bay;SO:Offshore of Sagami Bay

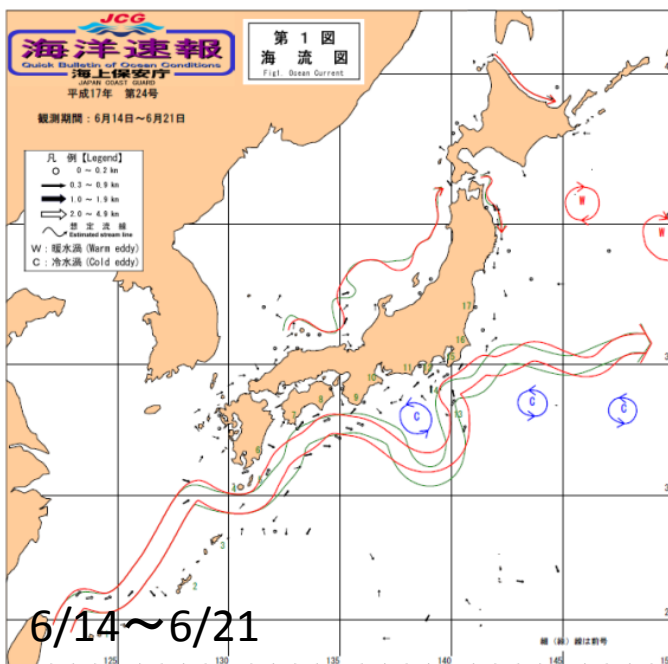
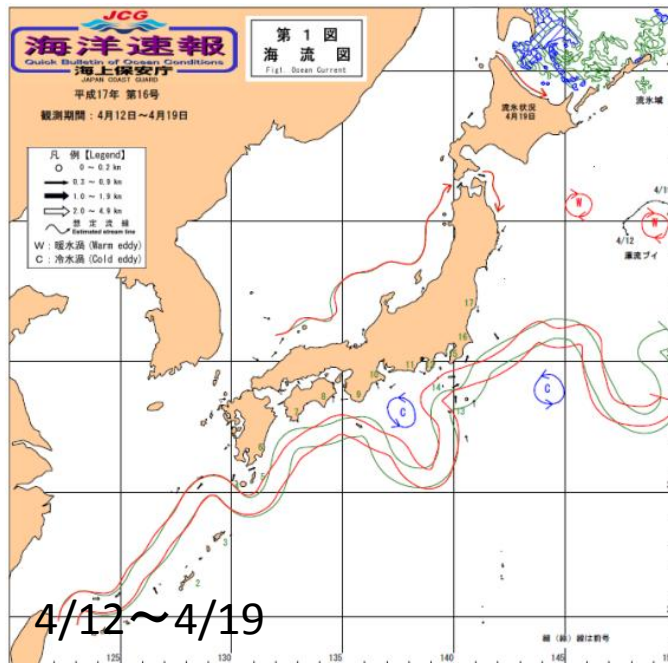


Fig. 19 黒潮流軸画像

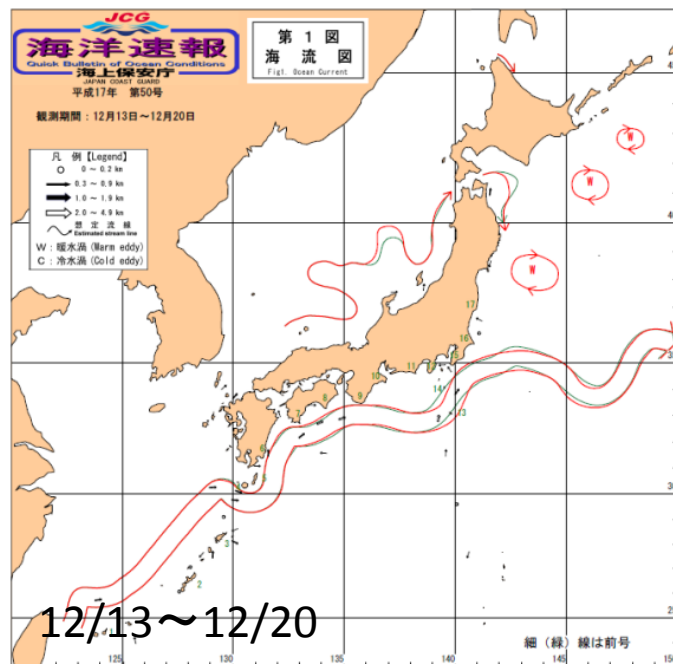
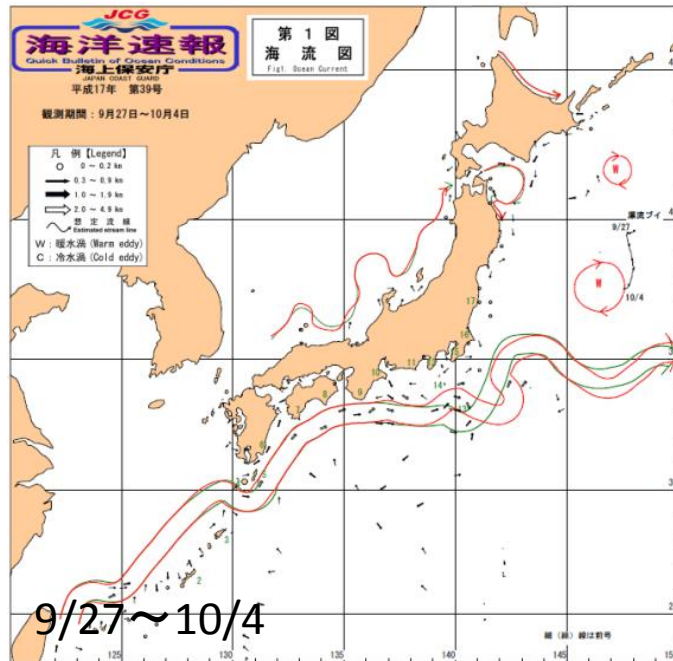


Fig. 19 Continued

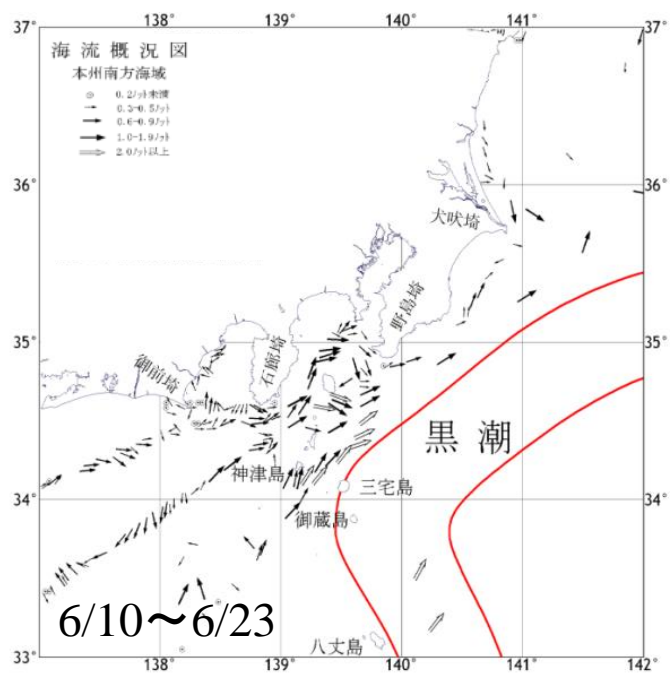
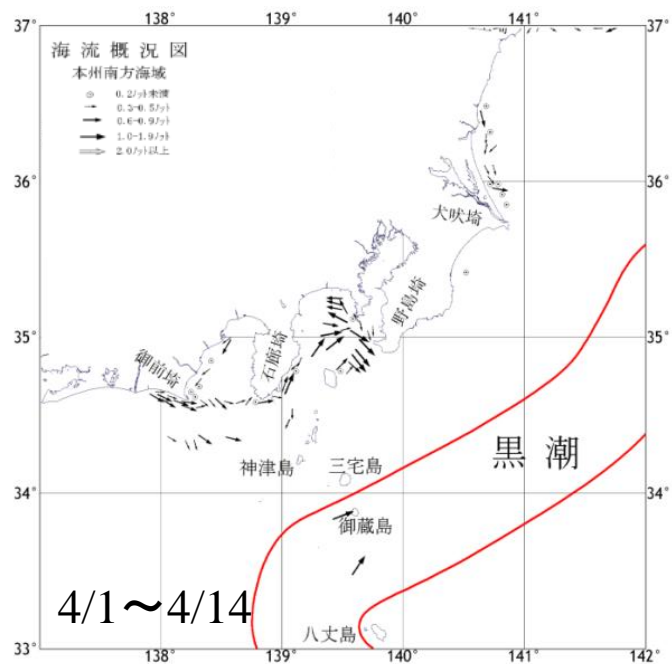


Fig. 20 沿岸域流況図

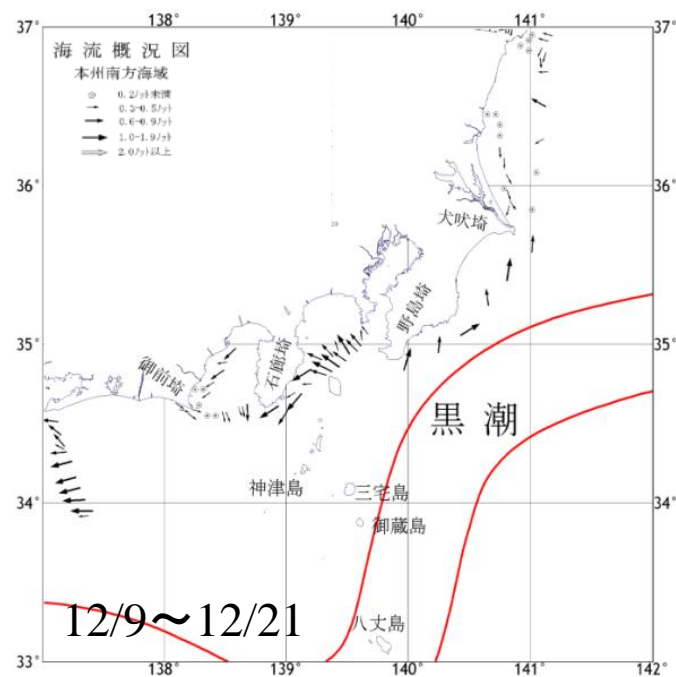
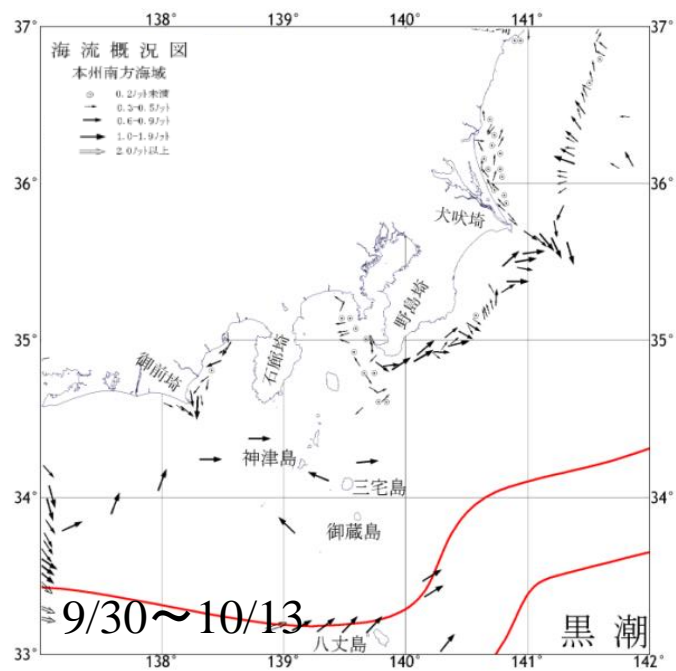


Fig. 20 Continued